Rec. March 10th 1890. L. u. n.
662.
Oak Street
UNCLASSIFIED

DIE SPRENGTECHNIK.

Univ. of Ill. Library
53
1406

Herausgegeben

vom

Conc. Bureau für Sprengtechnik von Mahler & Eschenbacher.

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

Mit 134 Figuren auf 10 Tafeln.

WIEN, 1881.

Verlag des Conc. Bureau für Sprengtechnik von Mahler & Eschenbacher.

Druck von Ch. Reisser & M. Werthner.

Die Sprengtechnik

IM DIENSTE DER CIVILTECHNIK

mit ihren wesentlichsten Hilfsmitteln:

DYNAMITE

Zeit- und elektrische Zündung

Bohr-Maschinen und Bohrwerkzeuge.

Herausgegeben

vom

Conc. Bureau für Sprengtechnik von Mahler & Eschenbacher

Mit 134 Figuren auf 10 Tafeln.

WIEN 1881.

Verlag des Conc. Bureau für Sprengtechnik von Mahler & Eschenbacher.

Druck von Ch. Reisser & M. Wertiner.

4406

VORWORT.

Die bisher unter dem gleichen Titel in acht Auflagen erschienene Broschüre dient auch diesem Taschenbuche zur Grundlage, nur haben wir veraltete Gegenstände weggelassen und sind bestrebt gewesen, möglichst viel Neues zu bringen.

Namentlich gilt dies vom ersten Theile, welcher die Explosivstoffe bespricht; hier ist den neuesten Forschungen und Erfindungen Rechnung getragen worden; ebenso im zweiten Theile, der die elektrische Zündung behandelt. Die dritte Abtheilung, in welcher die Bohrmaschinen besprochen werden, wird gleichfalls das Neueste in dieser Beziehung bringen.

Weit davon entfernt, ein Lehrbuch schaffen zu wollen, sind wir nur bestrebt gewesen, ein Taschenbuch für den praktischen Gebrauch zusammenzustellen, welches geeignet sein soll, dem den Bau oder den Betrieb leitenden Ingenieur oder Werksbeamten die eigenen massgebenden Versuche zu erleichtern und selbe zu vereinfachen.

Wir haben es daher auch vermieden, nur Theorien zu entwickeln, sondern haben uns bemüht, Daten aus der Praxis zu sammeln, diese übersichtlich zusammenzustellen, und überdies grössere ausgeführte Arbeiten als Illustration des Ganzen anzureihen. Zu diesem Behufe liessen wir die massgebenden heimischen und ausländischen Bauten und

941110

Werke von unseren Ingenieuren besuchen und haben uns betriebsmässige Resultate von verschiedenen Seiten eingeholt.

Hier sei auch zugleich unser ergebenster Dank allen jenen Herren ausgesprochen, die uns mit Rath und That unterstützten, sowie abermals darauf hingewiesen, welch' hervorragenden Antheil an den Fortschritten auf dem Gebiete der Sprengtechnik das k. k. technische und administrative Militär-Comité in Anspruch zu nehmen berechtigt ist. Ebenso müssen wir der hohen Verdienste um die civile Sprengtechnik erwähnen, welche dem k. u. k. Reichs-Kriegsministerium gebühren, indem es gestattet, dass die Forschungen des Militär-Comités der Oeffentlichkeit übergeben werden.

Diesem vereinten Streben ist es zu danken, wenn die Sprengtechnik in Oesterreich-Ungarn auf einer Stufe steht, welche, wie dies vor Kurzem deutsche und französische Fachblätter mit Freimuth anerkannten, von keinem anderen Staate überragt wird.

Es mögen hier die Auszeichnungen Anführung finden, die unser Bureau auf verschiedenen Ausstellungen zu erwerben so glücklich war:

Weltausstellung Wien 1873. Die Fortschrittsmedaille in den Gruppen Berg- und Hüttenwesen, Maschinenwesen und Bau- und Ingenieurwesen; die Verdienstmedaille für chemische Industrie und Heereswesen.

Weltausstellung Paris 1878. Die goldene Medaille je für Berg- und Hüttenwesen, Civil-Ingenieurwesen und Chemie; die broncene Medaille für Land- und Forstwirthschaft.

Gewerbeausstellung Wien 1880. Das Ehrendiplom für Sprengtechnik im Allgemeinen.

Wir erlauben uns gleichzeitig die Bitte, Mittheilungen über sprengtechnische Gegenstände an uns gelangen zu lassen, wir werden dieselben unter Nennung der Quelle

dankend zu fachgemässen Publicationen verwenden, um dadurch dem Allgemeinen zu nützen.

Wo wir aus fremden Quellen schöpften, haben wir dieselben stets genannt und sind durchgängig bestrebt gewesen, objectiv ohne Vorurtheil zu schreiben.

Das Taschenbuch der technischen Welt zu wohlwollender Beurtheilung empfehlend, hoffen wir für Fortsetzungen und Nachträge auf recht viele Mitarbeiter.

Wien, im Februar 1881.

Das conc. Bureau für Sprengtechnik.

DIE SPRENGTECHNIK.

Die Sprengtechnik der Neuzeit.

An die Stelle des alten und veralteten Sprenghandwerkes ist längst die Sprengtechnik getreten, an die Stelle der handwerksmässigen Gepflogenheit das technische Wissen. Wie überall, so auch im Sprengwesen mussten bei den eminenten Fortschritten der technischen Wissenschaften die altbetretenen Pfade verlassen werden, die Sprengtechnik hat sich neue Wege eröffnet, indem sie neue Mittel und neue Kräfte benützt. So kommt es, dass in den letzten zehn Jahren in sprengtechnischer Beziehung mehr geleistet wurde und mehr Fortschritte zu verzeichnen sind, als in früherer Zeit im Laufe von Jahrhunderten. Das Sprengwesen beschäftigte zuerst den Militärstand, dann griff der Bergmann und der Bau-Ingenieur zu den gleichen Mitteln.

Der Erfindung des Schiesspulvers folgte in kurzer Frist die Verwendung desselben als Sprengmittel und die Kriegstechnik bildete bald eine eigene Minentheorie heraus. Dann aber trat ein Stillstand, in manchen Staaten sogar ein Rückschritt ein, und erst der Neuzeit blieb es vorbehalten, eine Minentechnik zu schaffen.

Das Auftreten neuer, kräftigerer Explosivstoffe, deren Eigenschaften sie vorzugsweise zu Sprengmitteln qualificirten, deren gleichförmige Wirkung sichere Schlüsse gestattete, machte es möglich, dass die Sprengtechnik heute an Aufgaben herantritt, zu deren Lösung früher das Sprengwesen nie herangezogen worden wäre.

Umgekehrt werden heute dem Techniker Aufgaben gestellt, deren Lösung ihm nur durch Benützung der Sprengtechnik und ihrer Hilfsmittel möglich ist. Der Bau-Ingenieur, der Bergtechniker, der Forstmann, der Landwirth, der Militär-Ingenieur und der Seemann benützen die Hilfsmittel der Sprengtechnik, sowie diese selbst zur Hervorbringung der verschiedenartigsten Erfolge.

Die wichtigsten Aufgaben der Sprengtechnik sind:

1. Eisenbahn-, Strassen-, Hafen- und Strombauten in der kürzesten Zeit durchzuführen; dem Verkehre neue und sichere Wege zu schaffen, sowie Hemmnisse und Gefahren zu beseitigen, wodurch Schutz und Sicherheit gewährt wird.

2. Reiche Kohlen- und Erzlager in Kürze zu erschliessen und abzubauen; Metallmassen, deren grosses Volumen und Gewicht sie der Verarbeitung entzieht, wieder der Verwendung zugängig zu machen, indem man sie zertheilt.
3. Die Klärung grosser Waldflächen von den in der Erde zurückgebliebenen Baumstöcken.
4. Die Lockerung des Untergrundes auf Tiefen, in die kein Ackergeräth hinabreicht, oder an Stellen, wo jedes Ackergeräth nutzlos wird.
5. Angriff und Vertheidigung im Kriege intensiver zu führen; feindliche oder dem Feinde dienliche Objecte zu zerstören.

Die Hilfsmittel der Sprengtechnik sind:
die Explosivstoffe,
die Zündapparate und Zündmittel, endlich
die Maschinen und Werkzeuge zur Herstellung der Räume für Aufnahme der Ladungen.

Die Explosivstoffe.

Stoffe, welche die Eigenschaft haben, durch Entzündung, Erhitzung oder einen anderweitigen Impuls in sehr kurzer, in der Regel kaum messbarer Zeit sich in Gase zu verwandeln, welche durch die bei dieser chemischen Umsetzung frei werdende Wärme momentan in hohem Grade ausgedehnt werden und durch diese Expansion einen bedeutenden Druck auf ihre Umschliessung ausüben, nennt man Explosivstoffe. Dieser Vorgang der Umwandlung des Explosivstoffes in Gasform ist mit einer Detonation und Feuererscheinung verbunden und wird dieser Act im eigentlichen Sinne die Explosion genannt.

Die Explosivstoffe sind entweder mechanische Gemenge von Körpern, welche Substanzen enthalten, die unter gewissen Bedingungen durch Wechselzersetzung eine Explosion verursachen, oder es sind chemische Präparate.

Zu ersteren gehört das Schiesspulver und seine Surrogate, zu letzteren die explosiblen Nitro-Verbindungen.

Eine Reihe von Körpern, früher unter dem Namen Kohlenhydrate zusammengefasst, wie: Cellulose, Zucker, Mannit, Stärke, Glycerin u. s. w. haben die Eigenschaft, durch Behandlung mit Salpeter- und Schwefelsäure in explosible Substanzen verwandelt zu werden; bei diesem Processe ist jedoch nur die Salpetersäure chemisch wirksam,

während der Schwefelsäure die Rolle zufällt, das beim Processe sich bildende Wasser an sich zu ziehen.

Von der ganzen Reihe der Nitro-Verbindungen sind jedoch nur zwei von sprengtechnischer Wichtigkeit u. zw. die Nitrocellulose und das Nitroglycerin.

Je kürzer die Zeit ist, in der eine gewisse Menge explodirt, je grösser die bei der Explosion entwickelte Gasmenge und je stärker die Erwärmung ist, desto kräftiger ist der Explosivstoff, das heisst um so mehr Kraftäusserungen verursachen die hoch expandirenden Gase.

Wir unterscheiden Explosivstoffe, deren Explosions-Fortpflanzung eine kaum messbare kurze Zeit in Anspruch nimmt, und nennen dieselben sehr brisant, und solche, innerhalb deren Masse sich die Explosion langsamer fortpflanzt, welche wir als minder brisante bezeichnen.

Der Brisanzgrad eines explosiblen Körpers äussert sich durch die von einer Gewichtseinheit desselben innerhalb eines gewissen als Einheit angenommenen Zeittheiles geleistete Arbeit.[1])

Zu den sehr brisanten Explosivstoffen gehören die explosiblen Nitrokörper und die aus diesen erzeugten Sprengmittel, wie die Dynamite und die Schiesswolle etc.; zu den minder oder sehr wenig brisanten Explosivstoffen gehören das Schwarzpulver und alle Surrogate desselben.

Die minder brisanten Explosivstoffe leisten überwiegend Trajectionsarbeit und sind somit meist Schiessmittel, dagegen die sehr brisanten überwiegend Disgregationsarbeit, dienen also als Sprengmittel.

Die sehr brisanten Sprengmittel.

Zu diesen gehören:

Nitrocellulose (Schiesswolle), das ist eine hoch nitrirte Baumwolle, die jetzt meisst in comprimirter Form und fast nur zu Kriegszwecken erzeugt wird und zur Verwendung gelangt.

Nitroglycerin, das ist nitrirtes Glycerin, wird allein, also in tropfbar flüssigem Zustande, fast nie verwendet, dagegen bildet es mit pulverförmigen Körpern vermengt, oder in gelatinirtem Zustande das herrschende Sprengmittel der Jetztzeit. Die Dynamite, wie der Entdecker der Nitroglycerin-Pulver, Ingenieur A. Nobel, diese Sprengstoffe benannte, sind die brisantesten in der Sprengtechnik verwendeten Explosivmittel. Eine Dynamitwurst von 20^{mm} Durchmesser und 5000^{m} Länge explodirt innerhalb einer Secunde.[2])

[1]) Nach Hess.

[2]) Technischer Unterricht für die k. k. Genietruppe. 17. Theil.

Nitromannit und ähnliche Stoffe haben nie eine Rolle gespielt.

Die Pikratpulver schienen anfänglich durch einige Zeit dem Dynamit Concurrenz zu machen, aber nach kurzer Verwendung wurden selbe gleichfalls durch das Dynamit vollständig verdrängt.

Die minder brisanten Sprengmittel.

Hierzu gehören:

Das Schwarzpulver, jenes Gemenge aus Salpeter, Schwefel und Holzkohle, welches heute noch beinahe in derselben Dosirung erzeugt wird, wie zur Zeit seines ersten Auftretens in Europa. Das Schwarzpulver ist ein vorzügliches Triebmittel, aber ein wenig geeignetes Sprengmittel. In seiner erstgenannten Verwendung steht es noch heute unübertroffen da, man hat in der Form seiner Körner und insbesondere deren Dichte gewechselt, die Fabrikation wurde vervollkommnet, allein das Mengungsverhältniss blieb fast unverändert. Als Sprengmittel ist es von den sehr brisanten Sprengmitteln weit überholt. Von einer Pulverwurst von 20^{mm} Durchmesser explodiren in einer Secunde $2{\cdot}50^{m}$ Länge. [3])

Die dem Schwarzpulver ähnlichen Explosivkörper theilen die Nachtheile desselben, ohne es in seinen guten Eigenschaften zu erreichen, stets bleibt ihnen Allen das Schwarzpulver vorzuziehen. [4])

Die Dynamite. [5])

Ingenieur A. Nobel war es, der zuerst das von Sobrero 1847 entdeckte Nitroglycerin fabriksmässig erzeugte und der Civiltechnik zugängig machte, desgleichen war er der Erste, der die sichere Explosionseinleitung dieses Präparates durch das Zündhütchen (Nobel's Sprengkapsel) fand.

Fortgesetztes Forschen führte ihn dahin, das Nitroglycerin mit Kieselguhr zu mengen und die dadurch entstehende teigige Masse in Patronenform als neues Sprengmittel, das er Dynamit nannte, zu verwenden.

---

[3]) Technischer Unterricht für die k. k. Genietruppe, 17. Theil.

[4]) Speciell in Oesterreich-Ungarn ist es das Pulver-Monopol, welches alle Schwarzpulver-Surrogate hinter dem Originale zurückzubleiben zwingt.

[5]) In Oesterreich-Ungarn aus den Nobel'schen Fabriken zu Zamky in Böhmen und zu Pressburg in Ungarn unter Firma Mahler & Eschenbacher in Wien.

Später wurde ein Gemisch von Kieselguhr, Salpeter und Holzmehl als Aufsauger des Nitroglycerin benützt, und als der frühere k. k. Geniehauptmann J. Trauzl die Leitung der Nobel'schen Dynamitfabriken übernahm, wurden das Cellulose-Dynamit und die Dynamite Nr. II, III und IV erzeugt. Ersteres hat speciell präparirten Holzfaserstoff, letztere haben Gemenge von Salpeter und kohlenstoffhaltigen Körpern als Aufsauger des Nitroglycerins. Im Laufe des vergangenen Jahres wurden jene ausgedehnten Versuche beendet, welche die Erzeugung neuartiger, verbesserter Dynamite zum Ziele hatten und es ermöglichten, dass selbe seit Frühjahr 1880 fast ausschliesslich verwendet werden.

Eine interessante, wichtige Entdeckung wurde vor etwa zwei Jahren durch Herrn A. Nobel gemacht, welche bestimmt war, einen bedeutenden Fortschritt in der Erzeugung der Explosivstoffe hervorzubringen.

Herr A. Nobel fand nämlich, dass schon eine relativ geringe Menge (6—8%) einer auf besondere Art erzeugten nitrirten Cellulose (aus Baumwolle oder Holzstoff überhaupt aus Pflanzenzellenstoff gewonnen) im Stande sei, das flüssige und in diesem Zustande gefährliche Nitroglycerin in eine gummi- oder gelatineartige Masse überzuführen, welche eine direct als Sprengmittel verwendbare Masse gibt, selbst unter dem stärksten Druck kein Nitroglycerin loslässt, im Wasser vollkommen unveränderlich ist und in der Anwendung für militärische und aussergewöhnliche Zwecke nahezu die doppelte Kraft als das Dynamit Nr. I — die bis jetzt bekannte stärkste Dynamitsorte — entwickelt.

Da dieser neue Explosivstoff sich nur etwa 48—50% theurer stellt als Dynamit Nr. I, so war dessen rasches Eindringen in die Praxis von vornherein gesichert, und ist dessen Engros-Erzeugung bereits im Gange.

Dieses neue Sprengmittel, welches den Namen Sprenggelatine erhielt, hat zugleich die Eigenschaft, dass durch gewisse Zusätze, z. B. Kampher, seine Explosibilität derart herabgesetzt wird, dass es auf nächste Distanzen (25 Meter) unter dem Aufschlage von Gewehrkugeln nicht explodirt, als Geschossfüllung ohne Gefahr aus Geschützen geschossen, zum Laden von Seeminen verwendet werden kann, ohne der Explosion durch Nachbarminen ausgesetzt zu sein, kurz, alle Vortheile der comprimirten Schiesswolle als Kriegsmaterial hat, ohne deren grosse Nachtheile zu besitzen. — Ausgedehnte, in den österreichisch-ungarischen Fabriken unter Leitung eines Vertreters des k. und k. Reichs-Kriegsministeriums, des auf dem Gebiete der Sprengtechnik rühmlichst bekannten k. k. Genie-Hauptmanns Philipp Hess und des technischen Central-Directors J. Trauzl unternommene Versuche lassen es als zweifellos erscheinen, dass in Oester-

reich, wo dessen Kriegsleitung der Aufschwung des Sprengwesens in erster Reihe zu danken ist, in kürzester Zeit ein Explosivstoff geschaffen wird, der die comprimirte Schiesswolle auch für Militärzwecke weit übertrifft.

Was die **Brisanz** der verschiedenen Dynamite anbelangt, so rangiren dieselben der Reihe nach, bei dem brisantesten beginnend: Sprenggelatine, Kieselguhr-Dynamit Nr. I, Cellulose-Dynamit Nr. I und II, Dynamit neu Nr. I, II und Nr. III, von welchen die Dynamite neu Nr. I und II gleichfalls gelatinirtes Nitroglycerin enthalten.

Bei einer Temperatur von weniger als + 6 Grad Celsius (4° R.) erstarrt das im Dynamit enthaltene Nitroglycerin und das Dynamit wird dadurch hart, dagegen erstarrt Sprenggelatine erst bei 0°. Die Einleitung der Explosion wird in diesem Zustande schwieriger, **man muss stärkere Zündhütchen oder eigens hiefür erzeugte Zündpatronen** (Schiesswoll-Dynamit, Dynamit neu Nr. I) **verwenden** oder das Dynamit in den hierzu bestimmten Wärmeapparaten aufthauen, was beim Einhalten des richtigen Vorganges ohne alle Gefahr und mit Leichtigkeit geschehen kann.

Diese Wärmeapparate (Fig. 1) bestehen aus doppelwandigen Blechgefässen, die mit einem Deckel geschlossen und in einem mit Werg ausgefütterten Korb verpackt sind.

Der innere Hohlraum dient zur Aufnahme von 2·5 bis 5·0^{kg} Dynamit, der diesen umgebende Raum zur Aufnahme **warmen** — keinesfalls aber **kochenden** — Wassers.

Bei langem Liegen im Wasser wird Dynamit Nr. I (alt) verändert, indem das Nitroglycerin sich ausscheidet und zu Boden setzt; die Dynamite Nr. II und III zeigen das Gleiche, dabei wird überdies der Aufsauger (Salpeter) unverbrennlich und unexplosibel gemacht. Nur kurze Zeit der Einwirkung des Wassers ausgesetzt, wie solches im Bergbaue meist der Fall ist, bleiben die genannten vier Dynamitsorten völlig intact.

Sehr unempfindlich gegen Wasser ist das Cellulose-Dynamit, welches selbst bei 20% Wassergehalt noch zur vollen Explosion gebracht werden kann; ein fast gleiches Verhältniss zeigt Dynamit I neu.

Alle Dynamitladungen, ausgenommen solche von Sprenggelatine, welche unter Wasser zur Verwendung kommen und längere Zeit unter Wasser bleiben, sollen durch wasserdichte Hüllen gegen den Einfluss der Nässe geschützt werden. (Siehe Patronenhüllen Seite 30.)

Die Sprenggelatine ist gegen Wasser vollkommen unempfindlich und braucht nur gegen die deformirende Kraft des bewegten Wassers (Strömung, Wellenschlag) geschützt zu werden.

Die sämmtlichen Dynamite sind weitaus widerstandsfähiger als Schwarzpulver und dessen Surrogate gegen das Wasser, da alle eine gewisse Zeit der Nässe widerstehen.

Es ist gewiss am Platze, wenn wir hier einen Vergleich zwischen der Nitrocellulose (der comprimirten Schiesswolle) und dem Dynamit ziehen.

Als Vorzüge der comprimirten Schiesswolle wird vorzüglich ihr Verhalten gegen niedere Temperaturen, gegen Nässe und im nassen Zustande gegen Percussion und Feuer genannt, die Anhänger derselben nennen sie daher das ideale Sprengmittel, vorzüglich für militärische und maritime Zwecke.

In der civilen Sprengtechnik wird die Schiesswolle dem Dynamit nie erfolgreiche Concurrenz machen, schon (und dies gilt vorzüglich vom Continent Europa) des Preises halber. In der für Bergwerkszwecke erzeugten Schiesswolle befindet sich kaum die Hälfte Nitrocellulose, das Andere sind gewöhnliche Wolle und Salpeter, wie man sich durch Anzünden leicht überzeugen kann. Die Behandlung der trockenen comprimirten Schiesswolle ist gefährlicher als die der Dynamite, desgleichen auch der Transport und die Deponirung. Die Verwendung der nassen Schiesswolle dagegen erfordert ungemein starke Zündhütchen oder Zündpatronen von stärkerer Ladung als zur Zündung des gefrorenen Dynamit nöthig ist und die Explosionsgase der nassen Schiesswolle sind in Schächten, Stollen etc. ungemein belästigend und selbst gefährlich, wie dies in Deutschland auch von Seite des Militärs bestätigt wird. Als Sprengmittel für militärische und maritime Zwecke erfordert die comprimirte Schiesswolle jedoch, dass die Fabriken vom Staate geführt und verwaltet werden, denn vom Auslande kann sich kein Staat abhängig machen, und eine Privatunternehmung könnte selbst in den militärischen Grossstaaten nicht bestehen, wenn eben nur die Armee und Flotte des Staates die einzigen Abnehmer und Consumenten sind.

Die Deponirung der zur Kriegssprengmunition gehörigen Schiesswolle würde beim Staate keine Schwierigkeit verursachen und die Aufbewahrung der Wolle unter Wasser keine Gefahr bieten. Dagegen würde die Instandsetzung dieser Munition, das Laboriren der einzelnen Patronen und Sprengbüchsen enorme Mengen an Arbeitskräften und lange Zeit bei jeder Mobilisirung in Anspruch nehmen, der Transport der Sprengmunition im feuchten Zustande viele Unzukömmlichkeiten, jener im trockenen Zustande viele Gefahren verursachen. Der einzige Vorzug der feuchten comprimirten Schiesswolle ist ihre Unempfindlichkeit gegen Stoss und Feuer, wodurch sie gegen Explosionen, verursacht durch feindliche Geschosse, oder im Seeminenkriege durch benachbarte Explosionen, und in den Magazinen gegen zu-

fällige Entzündung so ziemlich geschützt ist; aber eben der Transport der feuchten Schiesswollmunition bietet enorme Schwierigkeiten, da das Wasserquantum vertrocknet, und dann ist die comprimirte Schiesswolle gegen mechanische Einwirkungen ebenso empfindlich wie Dynamit, denn erneuern lässt sich der Wassergehalt der comprimirten Schiesswolle nicht.

Das Kieselguhr-Dynamit, heute das Sprengmittel der meisten Armeen und Flotten, kommt bedeutend billiger zu stehen als die comprimirte Schiesswolle, die Fabrikation ist gänzlich unabhängig vom Auslande, das Laboriren der Kriegsmunition kann schon im Frieden geschehen, die Deponirung und der Transport bieten keine besonderen Gefahren und voraussichtlich wird es den Anstrengungen des technischen Directors der Nobel'schen Fabriken, Ingenieur J. Trauzl, und dem k. k. technischen und administrativen Militär-Comité gelingen, die Sprenggelatine, welche gegen Wasser vollkommen widerstandsfähig ist, auch gegen feindliche Geschosse und in Betreff der Seeminen gegen benachbarte Explosionen gänzlich unempfindlich zu machen. Selbst wenn dies nicht in dem gewünschten und angestrebten Maase gelingen sollte, so erlaubt die grössere Sprengkraft der Sprenggelatine das Vermindern der auf einem Wagen verladenen Gewichtsmengen und das Sichern der Verpackungsgefässe durch schussfeste Einlagen, ohne eine grössere Inanspruchnahme der Zugkräfte.

Neben den echten Nobel'schen Dynamiten kommen diverse Nachahmungen derselben im Handel vor. Keine dieser Nachahmungen erreicht die Vorzüge der Original-Dynamite; es haften allen Mängel an, welche dieselben in ihrer Verwendung lästig, theurer und sogar gefährlich machen. Sie sind eben nur durch Patentumgehungen entstanden und fristen durch fortgesetzte Nachahmung des echten Dynamites in Form und Packung ihr Dasein.

Das Nitroglycerin derselben ist meist von geringerem Stickstoffgehalte und mehr zur Zersetzung geneigt, die Aufsaugkörper meist fehlerhaft gewählt, gemischt und zubereitet, so dass nicht nur der Sprengeffect vermindert, sondern auch die Deponirung gefährlich wird; alle diese Nachahmungen der echten Dynamite zeigen sich — wegen mangelhafter Fabrikation — als ungleichmässig in ihrer Wirkung und entwickeln in unterirdischen Bauten lästige meist unrespirable Gase und stinkende Rauchmassen. Mit vollem Rechte muss vor dem Ankaufe dieser Nachahmungen ernstlich gewarnt werden.

Es ist von unserem Ingenieur auf einer seiner letzten Informationsreisen folgendes sonderbare Kraftverhältniss zweier Nitroglycerinpräparate constatirt worden:

4 Einbruchsminen und 6 Ausweiteminen je 0·900^{m} tief bedurften zusammen 5·546^{kg} Guhrdynamit aus der rheinischen Fabrik zu Opladen, dessen Nitroglyceringehalt mit 78% angegeben war.

Dieselbe Sprengung erforderte 2·039^{kg} Sprenggelatine (incl. den Zündpatronen), d. h. nur 36·77% der Guhrdynamitmenge. Im Guhrdynamit waren 4·326^{kg} Nitroglycerin, in der Sprenggelatine kurz gesagt 2·039^{kg} (Nitroglycerin und Schiesswolle) enthalten, deren Sprengwerthe gleich waren. Nimmt man das Sprengöl der Gelatine mit 18% Stickstoffgehalt an, so war die Stickstoffmenge im Opladner Nitroglycerin nur 8·5%.

Dieses etwas grelle, aber der Wirklichkeit entnommene Beispiel zeigt, dass die Untersuchung auf Nitroglyceringehalt allein für den möglichst grössten Sprengeffect nicht massgebend ist, sondern dass nur die Qualität des Sprengöles, nämlich der Stickstoffgehalt desselben von Einfluss ist. Die werthvollen Eigenschaften der Sprenggelatine sind: gegen Stoss und Reibung unempfindlicher als gutes Guhrdynamit zu sein, da das Letztere zwischen Stahlkörpern bei einer Stossarbeit von 1 Meter-Kilogramm, wenn es von 1 □^{mm} Stossfläche in sehr dünner Lage getroffen wird, explodirt, während Sprenggelatine unter gleichen Vorbedingungen erst bei einer Stossarbeit von 3·6 Meter-Kilogramm zur Explosion gelangt.

Unter dem stärksten Drucke wird kein Sprengöl aus der Sprenggelatine ausgeschieden, wie dies ein Versuch des Bureaus zeigte. Bei diesem Versuche wurde 1$^{kcm.}$ Sprenggelatine einem Druck von 3210·53^{kg} per Quadrat-Centimeter durch 15 Minuten ausgesetzt, ohne dass Spuren von Sprengöl austraten.

Sprenggelatine wird zu allen Arbeiten in festen, schwer zu bohrenden Gesteinsarten, beim Teufen von Schächten, dem Vortriebe von Stollen, Querschlägen und Tunnels, namentlich wenn man zu Sprengungen im Wasser gezwungen ist, das entsprechendste Sprengmittel sein. Gelatine-Dynamit (Dynamit neu I) und Cellulose-Dynamit I wird für gewöhnlich selbst in nassem Gestein vollkommen genügen, da beide Sorten längere Zeit den Einflüssen der Nässe gut zu widerstehen vermögen.

Guhrdynamit Nr. I wird an trockenen Orten stets vorzügliche Dienste leisten und seinen alten guten Ruf bewahren. Cellulose-Dynamit II und Neu-Dynamit II (gelatinirt) sind zu Arbeiten in Steinbrüchen, in grossen Einschnitten, wo Bausteine gewonnen werden sollen, so wie in sehr fester Steinkohle dem Zwecke am besten entsprechend; ebenso zu Sprengungen in allen Erdarten. Neu-Dynamit III wird nur zu Riesenminen und in weicherer Kohle verwendet.

Minenwirkungen.

Die expandirenden Gase einer gezündeten Mine üben auf die Umschliessungswände einen Druck aus, der alle Theile mit gleicher Stärke trifft. Dieser Druck wächst mit der weiteren Entwicklung von Gasen und nimmt ab mit der Vergrösserung des von den expandirenden Gasen erfüllten Raumes. Je widerstandsfähiger das umschliessende Medium ist und je schneller die Umwandlung des Sprengmittels in Gasform stattfindet, um so mehr wird die Gasspannung ausgenützt; von dem Widerstande des Mediums hängt es ab, ob das Maximum der Spannung erreicht wird oder nicht. Die sehr brisanten Sprengmittel erreichen nahezu dieses Maximum auch dann, wenn die Umschliessung wenig Widerstand leistet, wie dies bei frei auf- oder angelegten Ladungen der Fall ist.

Die minder brisanten Sprengmittel verpuffen beinahe wirkungslos, wenn sie ohne festen Einschluss zur Explosion gelangen.

Der Druck der Explosionsgase auf die Begrenzungsflächen kann als Stoss bezeichnet werden, und es wird wieder dieser Stoss um so kräftiger, je näher die Spannung der Explosionsgase der Maximalspannung kommt.

Die Wirkung einer Mine, welche allseitig von einem festen Medium, dessen Masse grösser ist, als der Sprengstoff überwinden kann, eingeschlossen wird. besteht darin, dass jeder Flächentheil der Umgebung radial verdrängt wird, bis die Elasticitätsgrenze des Mediums überschritten ist, so dass Trennungen entstehen, die radial vom Mittelpunkt weiter laufen. Da aber die Gesammtstosskraft mit dem Wachsen der Entfernung vom Minen-Mittelpunkt auch immer grössere Massen zu verschieben hat, so nimmt die Intensität des Stosses mit der Entfernung und dem Wachsen der Massentheile ab. Zunächst wird durch den Stoss der Explosion ein (in plastischen Medien bleibender) Hohlraum geschaffen, welcher der Kugelgestalt nahe kommt [6]), um diesen Hohlraum herum ist die Umgebungsmasse (Stein oder Erde angenommen) von radialen und concentrischen Trennungen umgeben, die je mehr sie sich vom Minen-Mittelpunkt entfernen, auch weiter von einander abstehen. (Fig. 2.)

Die einseitig begrenzte Mine.

Schneidet eine — horizontale — Begrenzungs-Ebene die Wirkungssphäre der Mine, so wird die Wirkung auf dieser

[6]) Die interessanten Sprengversuche, welche Director Trauzl mit verschiedenen Sorten Dynamit in Bleiblöcken durchführte, ebenso jene vom k. k. Hauptmann Dr. Beckerhinn in verschiedenen Medien vorgenommenen Sprengungen sind sprechende Beweise hiefür.

Begrenzungsfläche mehr oder weniger sichtbar und zwar mehr, wenn die begrenzende Ebene näher, weniger, wenn sie weiter vom Minenherd entfernt liegt.

Befindet sich die Begrenzungs-Ebene nahe, oder noch innerhalb der Grenze der Minenwirkung überhaupt, so werden die radialen und concentrischen Trennungen auf der Begrenzungsfläche sichtbar, ebenso sind selbe zu verfolgen, wenn man senkrecht bis zum Minenherd abgräbt. (Fig. 3, *a* und *b*.)

Häufig tritt auch — in mehr trockenen Medien — eine Volumen-Vermehrung in Folge der Lockerung ein, die sich am meisten ober dem Minenherde bemerkbar mächt.

Liegt dagegen die Begrenzungs-Ebene so nahe am Minenherd, dass noch die beinahe volle Stosskraft die ganze oberhalb der Ladung befindliche Masse trifft, so wird ein Kegel, dessen Basis in der Begrenzungs-Ebene, dessen Spitze im Minenherd liegt, durch den Stoss der Explosion gehoben und weggeschleudert; solche Minen sollen mit dem Namen Trichterminen bezeichnet werden, eine specielle Unterscheidung wird später erörtert. Bei einer solchen, in dem Medium einen Trichter auswerfenden Mine, unterscheidet man ausser der Linie des kürzesten Widerstandes noch das Mass der Trichtertiefe, den Trichterhalbmesser und den Streuungshalbmesser, d. i. den Radius des Kreises, innerhalb welchem fortgeschleuderte Stücke des Mediums niederfallen.

In Figur 4 ist *oa* die kürzeste Widerstandslinie,
ab und ab_1 der Halbmesser des Minentrichters,
ac und ac_1 der Halbmesser des Streuungskreises.
am die wirkliche Trichtertiefe,
nm die durch Rückfall und Nachsturz wieder gefüllte Trichtertiefe.

Alle diese Linien stehen unter sich in Wechselbeziehung und in innigster Beziehung zur Grösse der Ladung. Es sollen hier gewisse Bezeichnungen festgestellt werden, die wir später, der Kürze halber, stets in Anwendung bringen wollen.

Die kürzeste Verbindung zwischen Minenherd — Mitte der Ladung — und der nächsten freien Fläche, also die Linie des kürzesten Widerstandes wird die Vorgabe genannt und ihr Mass mit v bezeichnet.

Das Mass des Trichterhalbmessers, den die Explosion bewirkt, wird mit r bezeichnet und kann der Trichterhalbmesser kleiner, gleich oder im Maximum doppelt so gross sein als die Vorgabe:

$$r < v,\ r = v,\ r = 2v.$$

Der Streuungshalbmesser hängt von der Grösse der Ladung und der Grösse der Vorgabe ab; je grösser die Ladung (bei gleicher Vorgabe), desto grösser, je grösser die

Vorgabe (bei gleicher Ladung), desto kleiner der Streuungshalbmesser.

Die Minentiefe ist hier gleich der Vorgabe genommen, in den meisten Fällen der Praxis ist die Minentiefe grösser oder kleiner als die Vorgabe, am günstigsten sind die ersteren Verhältniss:

$$t \geq v$$

Die Trichtertiefen sind von einer Menge Nebenumständen abhängig und kommen später in nähere Erwähnung.

Wird die Wirkungssphäre einer Trichtermine von einer mehr der Senkrechten als der Horizontalen nahe gelegenen Ebene geschnitten, so wird der Trichter ein abnormaler, indem der oberhalb liegende Theil grösser wird. $ab > ab_1$ (Fig. 5.)

Liegt die Mine (Bohrlochsmine) in einer Wand und schliesst die Bohrung mit derselben einen mehr oder minder spitzen Winkel ein, so wird, wenn t die Bohrlochstiefe bezeichnet, die Vorgabe v gleich dem Sinus jenes Winkels, den das Bohrloch mit der Wand einschliesst.

$$v = t \sin \beta$$

In der Figur 6 ist AB die Wandlinie,

$ao = t$
$op = v$
$\angle pao = \beta$
$pb = ob = ob_1 = ob_2 = r = v.$

Der Minentrichter erhält eine elliptische Form, immer vorausgesetzt, dass die Ladung als nahezu concentrirt betrachtet werden kann.

Liegt eine Mine derart zwischen zwei Begrenzungs-Ebenen, dass $v = v_1$ ist, so werden die in beiden Ebenen erzeugten Trichterhalbmesser etwa um $^1/_8$ kleiner, als wenn dieselbe Ladung nur gegen eine Begrenzungsfläche zu wirken hat; oder um in zwei Richtungen bestimmte Trichterhalbmesser zu erzeugen, muss die Ladung etwa um die Hälfte vermehrt werden. (Fig. 7 und 8.)

Ist dagegen $v_1 = 2v$, so wird der Trichterhalbmesser gegen v etwa $^1/_5$ kleiner, als wenn die Mine nur nach einer Fläche zu wirken hätte; oder um eine gegebene Wirkung hervorzubringen, muss die Ladung verdoppelt werden. [7])

Liegt eine Mine zwischen zwei sich in der Nähe des Minenherdes schneidenden Begrenzungs-Ebenen, so wird die Mine nach beiden Ebenen hin wirken, aber nach jeder

[7]) Nach dem vom k. k. technischen und administrativen Militär-Comité veröffentlichten Daten.

geringer, als wenn sie nur nach einer Begrenzung hin zu wirken hat. (Fig. 9.)

Der Winkel $b_2\ o\ b_3$ wäre der Trichter, wenn die Mine nur gegen die Begrenzung $A\,B$, und der Winkel $b_4\ o\ b_5$ wäre der Trichter, wenn sie nur gegen die Begrenzung $A_1\ B_2$ zu wirken hätte; da aber die Wirkung gegen $A\,W$ und gegen $B_1\ W$ gerichtet ist, so umfasst der Minentrichter den Winkel $b\ o\ b_1$.

Aehnlich ist das Verhalten, wenn die Mine gegen drei Begrenzungsflächen (einen Damm) zu wirken hat; die Figur 10 gibt hierüber ohne weitere Erklärung Aufschluss. Die Mine wird einen Trichter von elliptischer Basis auswerfen und zwar liegt die lange Achse in der Richtung der Dammkrone. Haben die beiden Dammböschungen verschiedene Neigungen, so wird der Minentrichter weniger an jener Böschung wirken, die minder steil ansteigt.

Eingeschlossene Minen mit gestreckten Ladungen, wie sie in Bohrlöchern stets vorkommen, bilden am Minenherde keinen kugelförmigen, sondern einen ellipsoidenförmigen Explosionsraum. Dieser Umstand bewirkt bei Bohrminen, welche senkrecht auf die einzige Begrenzungs-Ebene treffen, bei gleicher Ladung und gleicher Vorgabe immer kürzere Trichterhalbmesser, je länger die Ladung ausgedehnt ist. (Fig. 11.) Der Winkel $b_2\ o\ b_3$ wäre der Trichter, den die Mine gebildet hätte, wenn die Ladung derselben nahezu als concentrirte zu betrachten gewesen wäre; der Winkel $b\ o\ b_1$ bezeichnet den wirklich ausgeworfenen (oder doch wenigstens anfänglich gebildeten) Trichter.

In Figur 12 ist eine in Fels gebohrte schräg zur Wand gelagerte Mine dargestellt, deren Ladungslänge ein Drittel der Bohrlochstiefe beträgt.

Eine Ladung, die in concentrirter Form den Trichter $b\ o\ b_2$ gebildet hätte, wird in verlängerter Form den Trichter $b\ o_1\ b_1$ ausbrechen. Der obere Radius $a\ b_1$ des Trichters wird kürzer als der untere $a\ b$, überdies bleibt vom Bohrloch ein etwas erweiterter Theil $o\ o_1$ — eine Pfeife — stehen; die Tiefe dieser Pfeife ist meist gleich der halben Ladungslänge.

Die Wirkung freier Minen — wobei immer die Anwendung eines sehr brisanten Sprengmittels vorausgesetzt wird — ist bedeutend geringer, als die mit gleichen Sprengmittelmengen geladener, fest eingeschlossener Minen. Es wird eine Wirkung überhaupt nur dadurch erzielt, dass die Ausdehnung der Explosionsgase so schnell vor sich geht, dass die umgebende Luftschichte nicht schnell genug ausweichen kann, daher comprimirt wird und somit als Einschluss oder wie Verdämmung wirkt.

Die in der Praxis dem Civil-Ingenieur vorkommenden freien Minen beschränken sich meist auf Holz- und Eisensprengungen. Die Sprengung von Mauerwerk wird ohnedies später besprochen, nur sei hier erwähnt, dass Minen in grossen Hohlräumen, Kellern etc. ohne directen Einschluss, gewissermassen auch als freie Minen gelten können und häufig Anwendung finden. Die in solchen geschlossenen Hohlräumen entwickelten Explosionsgase zerstören weithin die Begrenzungswände.

Die Wirkung einer nicht hinreichend starken Dynamitladung auf einen Holzbalken besteht in dem Zerreissen eines Theiles der Holzfasern (Fig. 13), welche sich manchmal auch an der entgegengesetzten Fläche, wenn auch nur in minderem Grade zeigt. Eine hinreichend starke Ladung bricht den Balken ziemlich glatt ab. In Figur 14 ist die ungefähre Bruchform dargestellt.

Die Explosion einer hinreichend grossen Ladung, welche auf eine massive (oder genietete) Eisenplatte frei aufgelegt wird, bricht die Eisenplatte ziemlich glatt ab. An der Stelle, wo die Ladung aufgelegen, sieht man überdies rechts und links neben der Bruchstelle einen, wie durch einen riesigen Hammerschlag hervorgebrachten Einbug. (Fig. 15, *a*, *b*, *c*.)

Würde man an zwei entgegengesetzten Flächen einer Eisenplatte zwei gleichwerthige Ladungen anbringen und deren gleichzeitige Explosion veranlassen, so würde die Eisenplatte an den Explosionsstellen nur starke Einbüge erleiden, aber nicht gebrochen werden, da die von den Explosionsherden ausgehenden Stösse einander theilweise paralysiren.

Minengruppen, das sind zwei oder mehrere benachbarte Minen, deren Wirkungssphären einander tangiren oder sich übergreifen, liefern günstigere Gesammttrichter, wenn die Explosion gleichzeitig (elektrisch) stattfindet. Die Wirkung solcher Mienen zeigt die Figur 16, bei der die punktirten Kreise die Trichter der einzeln gezündeten Minen, die volle Linie den Gesammttrichter der gleichzeitig gezündeten Minengruppe darstellen.[8])

Hier erübrigt nur noch darauf hinzuweisen, dass Wasser durch seine Eigenschaft (praktisch) unzusammendrückbar zu sein, ein vorzügliches Einschlussmittel für sehr brisante Sprengstoffe bildet und demnach als Verdämmung die besten Dienste leistet. Auch wird es benützt, den Druck der expandirenden Gase auf grössere Flächen zu übertragen und so mit Wasser gefüllte Hohlräume mit kleinen Sprengmittelmengen zu zertrümmern. Die Figuren 17 und 18 zeigen solche

[8]) Nach den Mittheilungen des k. k. technischen und administrativen Militär-Comité.

Fälle, wo einmal die Zertheilung eines Eisenrohres, das andere Mal die eines Kessels durch Wasserdruck bewirkt wurde. Auch das Aufsetzen verhältnissmässig geringer Dynamitladungen auf mit Wasser gefüllte Bohrminen z. B. bei grossen Freisteinen gibt sehr gute Resultate. (Fig. 19.)

Die im Handel befindlichen Dynamitsorten, deren gebräuchlichste Patronenformen und die Verpackung.

Die in Oesterreich-Ungarn von den beiden Dynamit-Fabriken zu Zamky bei Prag (Station Rostock der k. k. priv. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft) und Pressburg (Station der Wien-Pester Eisenbahnlinie) erzeugten Nitro-Glycerin-Präparate sind folgende:

Spreng-Gelatine, Cellulose-Dynamit Nr. I und Nr. II, Neu-Dynamit Nr. I (Gelatine-Dynamit), Neu-Dynamit Nr. II und Nr. III [9]).

Alle diese Sorten werden, wenn dies nicht ausdrücklich anders verlangt wird, in Patronen von 23 oder 26^{mm} Durchmesser und 30—50^{mm} oder 110—130^{mm} Länge geliefert.

Die kurzen (30—50^{mm} langen) Patronen werden mit dem Namen Zündpatronen bezeichnet. Diese Zündpatronen enthalten bei Spreng-Gelatine und bei Neu-Dynamit Nr. III einen eigens hiezu erzeugten Sprengstoff, bei den anderen Sorten das durch die Nummer angegebene Dynamit.

Die langen (110—130^{mm}) Patronen heissen Ladepatronen (Sprengpatronen) und enthalten die angegebene Dynamitsorte. Die Patronen haben eine Hülle von Pergamentpapier, denen die unten abgebildete Schutzmarke aufgedruckt ist.

Je 2·500^{kg} solcher Patronen (Lade- und Zündpatronen im Gewichtsverhältnisse wie 9 : 1) sind in Pappe-Cartons verpackt, diese in Papier eingeschlagen und mit Bindfaden zugeschnürt.

Dynamit (vorzüglich Nr. III), welches zum Laden grosser Kammerminen (Riesenminen) verwendet werden soll, wird in Ziegelform laborirt und wiegt jeder solcher Ziegel 2·500^{kg}. Verpackt sind dieselben wie die Patronen.

[9]) Kieselguhr-Dynamit Nr. I, 72% Nitro-Glycerin und 28% Kieselerde wird in Oesterreich nur noch für die k. k. Armee erzeugt.

Je 10 solcher Patronen-Packete werden in Holzkisten eingelagert, mit den durch das Gesetz vorgeschriebenen Signaturen versehen und mit plombirten Rebschnüren umschlossen. Zur Verbindung des Bodens und Deckels mit den Seitenwänden dienen nach Vorschrift ausnahmslos Holznägel.

Der hier folgende Auszug aus der Ministerial-Verordnung, Packung, Transport und Aufbewahrung der Sprengmittel betreffend (k. k. Reichs-Gesetzblatt vom 2. Juli 1877), ist conform mit den diesbezüglichen gesetzlichen Bestimmungen der königl. ungarischen Regierung.

Packung, Transport und Aufbewahrung des Dynamites.

Die Packungsgefässe sollen keine Metallbestandtheile enthalten und nicht mehr als 25^{kg} fassen. Die einzelnen Patronen sind in Pergamenthüllen zu laboriren, eventuell in Packete von $2{\cdot}5^{kg}$ zu vereinigen. Die Packungsgefässe müssen an der Aussenseite die Bezeichnung des Präparates und der Sorte, sowie die Firma des Erzeugers (Schutzmarke), das Datum der Erzeugung, den Abdruck der Transport-Bewilligung und eine Belehrung über das Oeffnen des Gefässes enthalten. Ueberdies muss das Gefäss mit einer plombirten Schnur umschlungen sein.

Zum Transport sind nur Original-Packungen gestattet; Sendungen, die nicht vom Erzeuger oder vom concessionirten Verschleisser aufgegeben werden, bedürfen eines von der politischen Behörde vidirten Frachtbriefes als Geleitschein.

Landfuhrwerke sollen nur bis zu 80% ihrer Tragfähigkeit mit Sprengmitteln belastet werden; die einzelnen Colli sind fest zu lagern, gegen Reibung zu sichern und mit wasserdichten Plachen die ganze Ladung zu überdecken. Kutscher und Begleiter dürfen nicht rauchen, der Wagen ist durch eine schwarze Flagge zu kennzeichnen.

Zum Transporte auf Eisenbahnen sind nur jene Sprengstoffe zulässig, die hiezu die ministerielle Bewilligung besitzen. Zum Verschleisse ist die behördliche Bewilligung nöthig. Der Verschleisser darf grössere Quantitäten nur in der Originalpackung der Fabrik abgeben und nur an bezugberechtigte Personen, z. B. Bau-Unternehmer, Steinbruchs- und Bergwerks-Besitzer etc. verkaufen; andere Personen bedürfen der behördlichen Bezugsbewilligung, diese Bewilligung ist immer der Verkaufsstelle zu übermitteln.

Sprengstoff-Mengen von mehr als 3^{kg} im Gewicht dürfen nicht in Wohnräumen aufbewahrt werden.

Verschleiss-Magazine bis zu 100^{kg} Fassungsraum müssen von bewohnten Gebäuden, Eisenbahnen und Strassen 100^{m} entfernt liegen; bis 500^{kg} Raum 500^{m}; von 1000—10.000^{kg} Raum 1000^{m}.

Verbrauchs-Magazine von Unternehmern und Werksbesitzern sollen folgende Entfernungen von fremden bewohnten Gebäuden, dann Bahnen und Strassen innehalten:

Bei einem	Fassungsraum	bis	zu	50kg	50m
„	„	„	„ „	100kg	100m
„	„	„	„ „	1.000kg	500m
„	„	„	„ „	10.000kg	1000m

Die Verbrauchs-Magazine sollen gegen Spreng-Objecte gedeckt liegen und sind Erleichterungen betreffend die Distanzen, die oben angeführt wurden, nur von der politischen Landesstelle zu bewilligen. Magazine bis 100kg Inhalt können aus Bretterverschlägen bestehen, sollen aber 1m hoch mit Sand oder Erde bedeckt werden. Grössere Magazine sollen von einem 0·5 bis 1m von der Magazinswand abstehenden, an der Krone 0·5 bis 1m starken und mit dem Dachfirste des Magazins gleich hohen Erdwall umgeben sein, oder in einer entsprechenden Bodenvertiefung liegen. Der Fussboden soll Lehmestrich sein und mit Zwilchplachen belegt werden.

Die Vorräthe sollen nie dem directen Sonnenlichte ausgesetzt sein und die Temperatur im Magazine darf nicht über 35° C. (28° R., 95° F.) steigen; ein Thermometer soll in jedem Magazin hängen. Zündhütchen dürfen nie im Dynamit-Magazin aufbewahrt werden. Schwarzpulver darf mit Dynamit nur über behördliche Bewilligung vereint bewahrt werden, ist aber auch dann durch eine Holzwand davon zu trennen.

Die Kisten sind auf Kanthölzer zu lagern und muss die Luft durch die einzelnen Schichten durchstreichen können. Die Kisten sollen nur gehoben, nie gestürzt oder geschoben werden. Dass Oeffnen der Verpackungsgefässe hat ausserhalb des Magazins zu geschehen. Feuergefährliche Gegenstände und Zündmittel dürfen nie in das Magazin gebracht werden. Ordnung und Reinlichkeit sollen in jedem Magazine herrschen. Fig. 20 und 21 zeigen ein permanentes und ein provisorisches Magazin.

Wurde Dynamit aus den Patronen herausgestreut und hierbei durch Sand, Erde oder dergleichen verunreinigt, so ist es abseits zu vernichten, indem man es durch eine mit dem Capsel versehene Zündschnur zur Explosion bringt.

Ferner fügen wir einen Auszug aus dem am 1. Juli 1880 hinausgegebenen Durchführungs-Erlass des k. k. Handelsministers bei:

Ueber den Verkehr mit Dynamit, Capseln etc.

vom 1. Juli 1880, Z. 17454.

Was die Tariffrage anbelangt, so wird in Berücksichtigung der beim Transporte von **explodirbaren Gütern** (als: Dynamit, Pulver, Sprengcapsel etc.) den Bahnverwaltungen factisch

erwachsenden besonderen Auslagen denselben **für den Civil-Güterverkehr die Einhebung des doppelten Satzes der Normalclasse Nr. I** (für die k. k. priv. Südbahn-Gesellschaft Nr. II) zugestanden, und werden dieselben ferner ermächtigt, für die laut §. 35 der neuen Verordnung vorzunehmende Avisirung der in den Bestimmungsstationen angelangten Sendungen durch Boten die gleiche Gebühr wie für die Zustellung von Telegrammen zu erheben.

§. 35. In der Bestimmungsstation angelangte Sendungen von explodirbaren Gütern **sind sofort mittelst Boten oder telegraphisch dem Adressaten zu avisiren und vom letzteren ohne Verzug zu beziehen.**

§. 37. Im Falle des Nichtbezuges von Sendungen explodirbarer Gegenstände hat folgendes Verfahren platzzugreifen:

a) Sendungen von concessionirten Sprengmitteln (Dynamiten etc.) und von sprengkräftigen Zündungen (also Sprengcapseln etc.), welche durch den Adressaten **nach Empfang des Avisos innerhalb der nächsten sechs, in die festgesetzte Expeditionszeit, jedoch auch an Sonn- und Feiertagen fallenden Stunden nicht bezogen werden**, sind zum Behufe der thunlichst baldigen Entfernung aus den Bahnhofräumen und zur weiteren Verfügung in Städten mit eigenen Gemeindestatuten **an die Sicherheitsbehörde**, ausserhalb solcher Städte aber **an die k. k. Bezirkshauptmannschaft**, und wo dies nicht thunlich ist, **an das nächste Gendarmerie-Postencommando** nach vorausgegangener Meldung **abzugeben.**

b) Sendungen sonstiger explodirbarer Güter, **welche 24 Stunden nach Avisirung nicht bezogen werden, sind dem Versender wieder auf seine Kosten zurückzustellen**, oder es ist. falls die Rücksendung des Gutes binnen 3 Tagen vom Zeitpunkte des Anlangens in der Bestimmungsstation gerechnet, wegen Mangel eines geeigneten Zuges nicht stattfinden kann, mit demselben im Sinne des Punktes *a* vorzugehen."

Wien, am 1. Juli 1880.

Der k. k. Handelsminister:
Kremer m. p.

Wir setzen hier noch eine Zusammenstellung des Dynamit-Verbrauches in Oesterreich-Ungarn bei, der gewiss beweist, welche Grossindustrie die Dynamit-Erzeugung geworden ist.

1869	betrug	der	Dynamitverbrauch	13.035^{kg}
1870	„	„	„	69.515^{kg}
1871	„	„	„	181.320^{kg}
1872	„	„	„	244.350^{kg}
1873	„	„	„	315.615^{kg}
1874	„	„	„	310.350^{kg}
1875	„	„	„	500.600^{kg}

1876	betrug	der	Dynamitverbrauch	398.200kg
1877	„	„	„	402.500kg
1878	„	„	„	382.300kg
1879	„	„	„	456.600kg
1880 bis Juli	„	„	„	325.200kg

Die elektrische Zündung zeigt gleichfalls eine stete Zunahme; während im Jahre 1873 nur circa 25.000 Stück verbraucht wurden, ist dermalen der Jahresverbrauch auf mehr als das Zehnfache gestiegen.

Wir werden übrigens an geeigneter Stelle einen detaillirten statistischen Nachweis über den Verbrauch an Dynamit und elektrischen Zündern publiciren.

Verwendung der Dynamite.

Herstellung der Dynamitladungen.

Es müssen hier unterschieden werden: die Herstellung einer Bohrlochsladung, die von Kammerminen, jene von freien Ladungen und endlich von angelegten Ladungen unter Wasser.

a) **Das Laden eines Bohrloches** geschieht wie folgt: Eine Patrone wird in das von Bohrmehl gereinigte Bohrloch eingeschoben und wenn sie am Boden angelangt ist, mit einem hölzernen Ladestocke fest zusammengepresst, so dass die Papierhülle platzt und das plastische Dynamit sich an Bohrlochsohle und Bohrlochswände anschmiegt. Hierauf wird eine zweite Patrone eingebracht, ebenfalls zusammengedrückt u. s. f., bis die nöthige Ladungsmenge in das Bohrloch eingebracht ist. Ein der Bohrlochslänge entsprechendes Stück Zündschnur wird nun an einem Ende senkrecht auf die Längsrichtung scharf abgeschnitten, in ein Zündhütchen (Fig. 22) so weit eingesteckt, bis sie auf dem Knallsatze desselben aufsitzt, und dann dieses mit einer kleinen Zange (Fig. 23) oben an die Zündschnur angekniffen (Fig. 24), so dass sich die Schnur nicht mehr in dem Hütchen verschieben kann. Das mit der Zündschnur versehene Zündhütchen wird in das Dynamit einer auf einer Seite geöffneten kleinen Patrone eingedrückt, wozu mit einem Holzstäbchen ein entsprechender Raum in der Zündpatrone hergestellt wird, so dass nur noch ein Theil des Kupferhütchens aus dem Dynamit hervorsieht; dann wird der aufgebogene Papierrand der Hülse (Fig. 25) fest an die Zündschnur mittelst eines schmiegsamen Bindfadens gebunden, damit sich das Zündhütchen nicht mehr in dem Dynamit verschieben kann. Eine solche mit Zündhütchen und Zünd-

schnur versehene Patrone wird Zündpatrone genannt. Es ist unbedingt nöthig, dass das Hütchen an die Zündschnur festgekneift wird, nicht nur, damit es sich nicht vor der Entzündung von dieser abstreife, sondern auch, weil durch das Festkneifen eine kräftigere Detonation des Hütchens stattfindet. Ebenso nöthig ist, dass das Zündhütchen noch etwas aus dem Dynamit hervorrage, das heisst die freie Zündschnur auf keinen Fall in das Dynamit hinabreiche, weil bei zu tiefem Versenken des Zündhütchens leicht die Entzündung des Dynamits unmittelbar durch die Zündschnur erfolgt. Geschieht aber die Entzündung durch die Zündschnur selbst, so erfolgt keine Explosion, sondern nur ein Ausbrennen der Ladung unter Entwickelung lästiger, unrespirabler Gase. Beim Laden mit Sprenggelatine ist stets die eigens der Gelatine beigegebene Zündpatrone zu verwenden, nie darf das Zündhütchen in eine Gelatinepatrone gegeben werden. Bei Verwendung elektrischer Zünder entfällt das Ankneifen des Zündhütchens, da sich dasselbe im Zünder befindet (Fig. 26).

Die fertige Zündpatrone wird vorsichtig in das Bohrloch hinabgeschoben, bis sie auf der Ladung aufsitzt. Ein Festpressen der Zündpatrone soll nicht stattfinden, da sonst die Kapsel zu tief in das Dynamit eingedrückt, oder der elektrische Zünder beschädigt werden kann. Auf die Zündpatrone kommt zuerst etwa 10^{cm} loser Besatz (Bohrmehl, feiner Sand, Erde etc.), sodann fester Besatz aus Lehm oder Sand, welch' letzterer aber nicht geschlagen, sondern nur festgepresst zu werden braucht. (Fig. 27.)

Gegen Feuchtigkeit bedarf Dynamit keiner Verwahrung. Hat man in Wasser zu laden und kann man bald nach vollendeter Ladung sprengen, so erfolgt das Laden in voriger Weise, nur hat das Anpressen der einzelnen Patronen zu unterbleiben. (Fig. 28.)

Bei dem Herrichten der Zündpatronen zum Laden ist, namentlich wenn unter Wasser gesprengt wird, besondere Vorsicht nöthig. Der obere Rand des Zündhütchens muss, nachdem dieses an die Zündschnur befestigt ist, mit Pasta, Pech oder Talg gut verstrichen werden, **so dass der Zündsatz gegen das Eindringen von Wasser geschützt ist.** Ist das Hütchen in das Dynamit der Zündpatrone eingeführt, so wird der aufgebogene Papierrand der Patrone sehr sorgfältig an die Zündschnur festgebunden und wenn nöthig mit Pasta gedichtet.

Dynamitladungen, welche längere Zeit im Wasser bleiben sollen, müssen wasserdicht verwahrt, oder es muss hiefür Sprenggelatine oder Cellulose-Dynamit genommen werden. (Fig. 29.)

Nimmt man gewöhnliches Dynamit, so macht man aus starkem Pergamentpapier eine Hülse, welche die ganze

Ladung aufnehmen kann und deren äusserer Durchmesser so gross ist, dass sie noch leicht in das Bohrloch hinabgeht. Diese Hülse ist an den Seiten und am Boden mit einem wasserdichten Klebmittel (Schellack in Weingeist gelöst) gut zu schliessen. In diese Hülse werden die Dynamitpatronen der Ladung gefüllt und der obere Theil ebenfalls wasserdicht geschlossen. Diese grosse Patrone wird durch das Wasser in das Bohrloch hinabgelassen und die Zündpatrone, welche gegen das Eindringen von Wasser wie vorerwähnt zu schützen ist, aufgesetzt. Wenn die Ladungen sehr bedeutend sind ($^1/_4$ Kilo und darüber), ist es gut, sie in dünne Weissblechhülsen einzuschliessen, die am Verschlusse gegen das Eindringen von Wasser zu verwahren sind, oder man verwendet die im Wasser sehr beständige Sprenggelatine.

b) **Das Laden von Kammerminen.** Wie schon früher erwähnt wurde, werden hiezu Dynamitpackete à 2·500^{kg} und meist schwächere Dynamite verwendet. Dabei belässt man die Packete in ihren Verpackungskisten, es werden nur die Kistendeckel abgenommen. Um die Explosion zu beschleunigen, werden, je nach der Grösse der Kammer, drei bis fünf Packete Dynamit Nr. I eingeschaltet und in diese die Zünder (am sichersten elektrische) eingesetzt. Auf je 100^{kg} Minenladung wird man 2·5^{kg} Dynamit Nr. I als Zündherd rechnen. (Fig. 30.)

c) **Freie Ladungen** sollen so an den zur Sprengung bestimmten Gegenstand fest anliegen und wo möglich an diesen so befestigt werden, dass die Stelle an welcher durch die Sprengung der Bruch erfolgen soll, durch die Ladung überdeckt ist. Das Nähere hierüber ist bei Eisen- und Holzconstructions-Sprengungen erwähnt.

d) **Angelegte Ladungen unter Wasser** können so placirt werden, dass eine — allerdings grosse — Ladung mehrere Holzobjecte zerstört; zur Zertrümmerung von Eisen oder Stein muss die Ladung unbedingt am Sprengobject anliegen.

Stets sollen diese Ladungen in Blechbüchsen verwahrt sein und ist die Verwendung elektrischer Zünder der von Schnurzündern vorzuziehen.

Sprengungen bei niederer Temperatur. Unter 6° C. erstarrt erfahrungsgemäss das Dynamit, welches in gefrorenem Zustande in der Regel nicht verwendet werden soll. Hat man verlässliche Leute, ordentliche passende Räume und Gefässe und sind die täglich nöthigen Ladungen nicht zu gross, so wird man das Dynamit nur in weichem Zustande verladen, weil man dann alle Bohrlochsräume gut ausfüllen kann, und so die günstigste Wirkung erzielt.

Um grössere Partien Dynamit in weichem Zustande zu erhalten, werden selbe in grossen Holzkisten mit doppeltem Boden und Wänden, deren Zwischenräume mit Dünger ausgefüllt sind, aufbewahrt. Solche kleine Magazine für 12 bis 25^{kg} sind besonders bei Bahn- und Strassenbauten etc., wo man grösserer Mengen Dynamit pro Tag bedarf, zu empfehlen.

Es ist unbedingt nöthig, dem Aggregatzustande des Dynamits die grösste Aufmerksamkeit zuzuwenden, denn häufig fühlt es sich weich an (vorzüglich die niederen Sorten) und das Nytroglycerin ist doch erstarrt.

Nie darf Dynamit an zu warmen Orten, z. B. in unmittelbarer Nähe von Oefen, Herden, offenen Feuern aufgethaut werden.

Wenn man mit weichem Dynamit geladen hat, und die Bohrschüsse so rasch abthut, dass ein Frieren der Ladungen nicht zu besorgen steht, so kann man die gewöhnliche Zündpatrone nehmen; diese muss aber unbedingt in ganz weichem Zustande in das Bohrloch kommen, und man wird, um ihr rasches Frieren zu verhindern, sie mit warmem Talg oder Theer bestreichen und auf sie, als erste Verdämmung, einige Zoll Sägespäne oder Werg geben.

Besorgt man aber das Einfrieren der Ladungen, oder will, oder kann man das Dynamit nicht aufthauen, ladet also mit gefrornem Dynamit, so wählt man als Zündpatrone eine kleine Patrone von Cellulose-Dynamit, und muss sich der verstärkten Kapseln, welche eigens für diesen Zweck bestimmt sind, bedienen. Sprenggelatine soll nur im weichem Zustande zur Verwendung gelangen.

Gefrornes Dynamit soll im Bohrloche nicht gestossen werden, sondern man ladet einfach eine Patrone nach der anderen in das Bohrloch, bis zur Erreichung der gewünschten Ladehöhe und setzt schliesslich die Zündpatrone auf.

Die Nichtbeachtung dieser Regeln hat, neben Misserfolgen im Sprengeffecte auch schon manchen Unglücksfall in wahrhaft unverzeihlicher Weise verschuldet, weshalb wir die einfachste und zweckmässigste Vorgangsweise bei der Manipulation mit erstarrtem Dynamit nochmals hervorheben. — Sie heisst:

1. Man thaue das Dynamit in Wärme-Apparaten auf und verlade es in weichem Zustande, da beim Laden nur dann das Anschliessen an die Bohrlochswände möglich wird.

2. Man zünde solche Ladungen durch **„Zündpatronen von Cellulose-Dynamit“** oder Neu-Dynamit I und verwende verstärkte Kapseln. Dies ist auch deshalb nöthig, weil nur dann der Explosions-Impuls hinreichend stark ist, auch das gefrorene Dynamit zur vollständigen Kraftäusserung zu bringen.

Wenn sich nach der Explosion schlechte Gase zeigen, so ist dies ein Beweis, dass die Zündung schlecht ausgeführt, also obige Vorschriften nicht befolgt wurden. Unrichtige Zündung verdirbt aber nicht nur die Wetter, sondern vermindert auch den Sprengeffect. Versagte Schüsse dürfen nie ausgebohrt werden, sondern man muss trachten, sie durch in der Nähe neu angelegte Schüsse abzuthun. Ist die Höhe der Verdämmung genau bekannt, so entfernt man dieselbe mittelst der Raumkratze bis auf 8^{cm} von der Ladung, setzt eine 8^{cm} lange mit dem Zünder versehene Dynamit-Patrone auf und bringt durch deren Detonation auch die früher wirkungslos sitzen gebliebene Ladung zur Explosion.

Dynamit ist in der Handhabung ein weit sichereres Sprengmittel als Schwarzpulver oder dessen Surrogate. Nie darf man sich aber dadurch zur Vernachlässigung der grössten Vorsicht verleiten lassen, am allerwenigsten aber, wie es leider nur noch zu häufig geschieht, Dynamit in bewohnten Räumen oder in unmittelbarer Nähe von solchen aufzubewahren. — Dynamit ist ein Explosivstoff, und jede Nachlässigkeit in der Gebahrung mit demselben kann zum Verluste von Menschenleben führen. — Ist es möglich, so verwahre man Dynamit an trockenen Orten, deren Temperatur nicht unter 10—12^0 C. sinkt. Kapseln und Zündschnüre müssen stets entfernt von Dynamit und immer an trockenen Orten magazinirt werden.[10])

Das k. k. technische und administrative Militär-Comité ertheilte über die Ungefährlichkeit des Nobel'schen Dynamits nachstehendes Certificat:

„Von Seite des k. k. technischen und administrativen Militär-Comité, welches seit vier Jahren die grossartigsten Versuche mit dem Sprengmittel, „Dynamit" genannt, vorgenommen und Erfahrungen über Deponirung und Transport desselben zu Wasser, per Achse, Eisenbahn und zur See nach Dalmatien gesammelt hat, wird hiermit bestätigt, dass der Transport des genannten Sprengmittels unter den gewöhnlichen Verhältnissen (Temperatur bis zu 60^0 C.) ganz ungefährlich ist, dass dasselbe starke mechanische Erschütterungen (Schläge, Stösse etc.) ohne zu explodiren verträgt, selbst angezündet abflammt, ohne zu detoniren und nur durch starke Kapseln zur Explosion gebracht werden kann

WIEN, Jänner 1872. D. Beck, k. k. Oberst."

Eine zehnjährige Erfahrung hat gezeigt, dass der Transport per Bahn ohne Gefahr durchführbar ist. Bisher gelangten in Oesterreich-Ungarn über 3 Millionen Kilogr.

[10]) Siehe die gesetzlichen Bestimmungen über Behandlung von Dynamit.

Dynamit zur Verführung per Bahn und sind auf so grosse Weglängen transportirt worden, dass die Gesammt-Arbeitsleistung des Transportes 1·5 Millionen Tonnen Kilometer beträgt, ohne dass bis nun ein Unfall zu beklagen gewesen wäre.

Sprengungen und Minenanlagen.

Die im Bau- und Bergwesen am häufigsten vorkommende Verwendung von Sprengstoffen ist die zur Gesteinlösung durch Sprengung. — Richtige Wahl und rationeller Gebrauch der neuen Sprengstoffe werden es ermöglichen, nicht nur bei allen Gesteinlösungs-Arbeiten enorme Summen zu ersparen, sondern auch eine so bedeutende Förderung der Arbeiten ermöglichen, dass dadurch allein oft um Jahre früher die Eröffnung wichtiger Bahnstrecken, die Erschliessung ausgedehnter Erz- und Kohlenlager erfolgen wird.

Als Ausgangspunkt für die Verwendung der Dynamit-Sorten kann folgende Zusammenstellung dienen:

Minen-Anlage im Gestein.

Die Betrachtung der Minenwirkung gibt die Grundzüge für die Minen-Anlage.

Zur besseren Verständigung sei nochmals Folgendes vorausgesendet:

1. Die Vorgabe $= v$ ist das Mass der kürzesten Widerstandslinie.
2. Die Minentiefe Tiefe des Bohrloches $= t$ soll grösser oder mindestens gleich sein der kürzesten Widerstandslinie, das heisst der Entfernung des Minenherdes von der nächsten freien Fläche. Bei Einbruchsminen kann die Bohrlochslänge $^1/_2$ bis $^2/_3$ der Stollenbreite B betragen;

$$t = \frac{B}{2} \text{ oder } t = \frac{2B}{3}; \; t \geqq v; \; t = 1{\cdot}5 \; v.$$

3. Die Ladungshöhe $= h$ in einem Bohrloche soll nicht grösser sein als $^1/_3$ der Bohrlochstiefe;

$$h \leqq {}^1/_3 \; t.$$

4. Der Radius des Minen-Trichters — ausgesprengter Raum — $= r$ ist gleich oder kleiner als die Vorgabe, sobald zwei freie Flächen vorhanden sind;

$$r \leqq v;$$

dagegen gleich $^1/_2$ oder $^2/_3$ der Stollenbreite bei Einbruchsminen;

$$r = \frac{B}{2} \text{ oder } r = \frac{2B}{3}.$$

5. Der Abstand zweier Minen, deren Wirkungen einander unterstützen sollen = e, ist bei der Einzelnzündung gleich der Vorgabe;

$$e = v;$$

bei der gleichzeitigen Zündung gleich der doppelten oder mindestens ein- und einhalbfachen Vorgabe;

$$e = 2\,v \text{ oder } e = 1{\cdot}5\,v.$$

6. Die Verdämmungslänge = b ist entweder gleich der doppelten Ladungshöhe, $b = 2\,h$, oder gleich der Differenz zwischen Minentiefe t und Ladungshöhe h. Was sich durch die Gleichung

$$b = t - h$$

ausdrücken lässt.

Die Bohrminen an einer Wand sollen immer ziemlich parallel zu derselben laufen. (Fig. 31.)

Wo das Gestein nur gespalten, nicht zertrümmert werden soll, also bei Erzeugung von Werkstücken, legt man in höchstens 47^{cm} Entfernung von einander hinreichend tiefe Bohrlöcher an, füllt dieselben voll mit Wasser und setzt eine $3—5^{cm}$ Patrone in den Bohrlochsmund und zündet diese Schüsse gleichzeitig (elektrisch). Der Erfolg ist stets ein ausgezeichneter.

Minen-Anlage beim Stollenvortrieb und Schacht-Abteufen.

Beim Vortreiben von Stollen ist vorerst der Stollen-Querschnitt in Berücksichtigung zu ziehen und demnach sind zu unterscheiden:

Stollen kleinsten Querschnittes, das sind jene, deren Höhen- und Breitenmass unter $1{\cdot}5^{m}$ bleibt. (Fig. 32.) Derartige Stollen, meist nur zur Anlage von Kammerminen benützt, gestatten nur einen Arbeiter vor Ort zu legen und die Ortsbrust hat nur für wenige Minen Raum; Lassen und die Schichtung des Gesteins können den Vorbruch nicht unterstützen.

In einem Steinbruche wurden zur Anlage einer Kammermine $35{\cdot}5^{m}$ eines solchen Stollens getrieben, wozu 408 Schichten à 8 Stunden verwendet wurden. Acht Minen. $0{\cdot}3$ bis $0{\cdot}4^{m}$ tief, wurden gebohrt, mit je $10—16^{dkg}$ Dynamit Nr. I geladen und elektrisch gezündet.

Gesprengt wurden im Ganzen 1359 Minen, deren Gesammtlänge 572^{m}, und deren Gesammtladung 196^{kg} betrug

Der Vorbruch dieses $35{\cdot}5^{m}$ langen Stollen kostete zusammen Alles in Allem 710 fl. ö. W. Das Gestein war Urkalk.

Stollen mittleren Querschnittes, das sind jene, deren Höhe nicht unter 2^m und deren Querschnittsfläche nicht unter $2 \cdot 8 \square^m$ beträgt. (Fig. 33.) In solchen Stollen kann schon mit Bohrmaschinen gearbeitet werden und ist vorzüglich auf das Anlegen von Einbruchs-Minen alle Aufmerksamkeit zu richten. Nahe der Achse des Stollens werden drei bis vier convergirende Minen gebohrt, stark geladen und elektrisch gezündet; die rund um den Einbruch angelegten Ausweite-Minen divergiren gegen die Firste, die Stollenwände und die Sohle.

Stollen grossen Querschnittes sind jene, deren Höhe 2^m, deren Breite $2 \cdot 5^m$ und darüber beträgt. (Fig. 34.)

Derartige Stollen werden meist nur durch Maschinen-Bohrung rationell vorgetrieben und verwendet man sodann einen oder zwei Bohrwagen mit je zwei oder vier Bohrmaschinen. Der Einbruch wird möglichst weit gehalten, indem man um die vier Einbruchs-Minen drei bis vier mit der Stollen-Achse parallel laufende Minen legt und diese gleichzeitig mit den Einbruchs-Minen oder direct darauf elektrisch zündet. Die Ausweite-Minen können entweder elektrisch oder mittelst der Bickford-Zündschnur gezündet werden, je nach den Verhältnissen.

Bei Verwendung der Bohrmaschinen wird man gut thun, die sämmtlichen nach der Erfahrung nöthigen Minen nacheinander zu bohren, dann die Einbruchs-Minen zu sprengen und hierauf erst die Ausweite-Minen zu laden und zu zünden. Wenn es dann auch vorkommt, dass eine oder die andere Mine vergebens gebohrt wurde, indem eine Nachbarmine sie mit hinwegnahm, so ist dies doch kein so grosser Zeitverlust, als wenn man nach dem Bohren der Einbruchs-Minen diese sprengen und dann das Bohren der anderen Minen beginnen wollte, indem das zweimalige Aufstellen des Bohrwagens mehr Zeit in Anspruch nimmt, wie das Bohren von einer oder zwei Minen. Ganz analog ist das Anordnen der Minen beim Abteufen von Schächten; auch hier ist zuerst ein hinreichend grosser Einbruch herzustellen.

Bei Schächten, welche im Verhältnisse zur Breite sehr lang sind, kann man zwei und mehr Einbruchsstellen schaffen. In runden Schächten werden die Einbruchs-Minen um die Mitte der Schachtsohle, die Ausweite-Minen in concentrischen Kreisen um den Einbruch herumgelegt. (Fig. 35.)

Auch hier ist der Einbruch durch Dynamit und mit der elektrischen Zündung wie bei dem Stollenbaue herzustellen; die Ausweite-Minen können durch die Zündschnur gezündet werden. Der in manchen Werken usuelle Vorgang, die Ausweite-Minen mit schwachen Dynamiten oder Schwarzpulver zu laden, ist falsch, da bei starken Sprengmitteln zwar die örtliche Zertrümmerung grösser, dagegen die Trennungen kürzer sind, als bei schwachen Sprengmitteln.

Sowohl beim Stollenvortrieb, wie beim Schachtabteufen ist die Anlage der Minen nicht dem gewöhnlichen Häuer zu überlassen, sondern es ist — namentlich bei Verwendung der elektrischen Zündung — das Anlegen der Minen die Obliegenheit eines intelligenten Aufsehers, der vom Bauleiter oder Bergbeamten gründlich über die wesentlich geänderten Factoren zu belehren ist.

Minen-Anlage bei Holz- und Eisen-Sprengungen.

Pilotensprengungen. Stehen die Piloten mit ihren Köpfen aus dem Wasser heraus und sind sie unter der Flusssohle abzusprengen, so bohrt man sie in ihrer Längenachse auf die nöthige Tiefe an und ladet die Bohrung mit $0{\cdot}5^{kg}$ Dynamit Nr. I oder Cellulose-Dynamit. (Fig. 36.)

Sind jedoch die Piloten nur an der Flusssohle abzusprengen, so befestigt man die Ladung an einen Holzreif und schiebt diesen bis zur Sohle hinab. Ist dies aus irgend einem Grunde nicht ausführbar, so wird die Ladung an eine Stange befestigt, die man neben der Pilote in den Flussgrund hinabstösst und an die Pilote befestigt. Solche freie Ladungen sollen 1^{kg} Dynamit Nr. I oder Cellulose-Dynamit enthalten. Unter Wasser soll man immer die sichere elektrische Zündung anwenden. (Fig. 37.)

Stehen die Piloten dicht nebeneinander, so verwendet man stets eine Ladung für je zwei nebeneinander befindliche Piloten (Fig. 38 *a b*), oder man nimmt für ganze Pilotengruppen entsprechend grosse Ladungen.

Baumstämme etc., die sich am Flussgrunde festgelegt haben, werden ebenfalls durch freie Ladungen zertrümmert. (Fig. 39 und 40.)

Holz- und Eisen-Constructionen werden durch frei auf- oder angelegte Ladungen gesprengt, und es dient als Norm, dass die Ladung die ganze Breite oder Dicke des Constructionstheiles überdecken muss. Bei diesen Ladungen ist darauf zu sehen, dass die sämmtlichen tragfähigen Theile der Construction nach einem angenommenen Querschnitte zertheilt werden. Um nicht zu viele Zündherde zu erhalten, führt man von Ladung zu Ladung — wenn selbe nicht zu weit von einander abstehen — Verbindungsladungen. Die beiläufige Anordnung der Ladungen geben die Figuren: 41 *a*, 41 *b*, 42, 43, 44, 45, 46.

Sind Eisenmassen (Stahlmassen) zu zersprengen, so werden Bohrlöcher hergestellt und die Massen durch schwache, aber wiederholt angewendete Ladungen gesprengt. (Fig. 47 und 48.) Hohlkörper werden mit Wasser gefüllt und durch in das Wasser gehängte Ladungen zertheilt. (Fig. 49 und 50.)

Minen-Anlage bei Mauerwerk-Demolirungen.

Zur raschen und billigen Demolirung alter, fester Bruchstein-Mauern wird Dynamit Nr. II mit Vortheil verwendet. Die Anlage derlei Demolirungsminen ist sehr verschieden und geben die Figuren 51—61 Anhaltspunkte hierfür. Natürlich lassen sich auch Bohrlochsminen verwenden, wenn Zeit zu deren Herstellung vorhanden ist.

Hohlräume, z. B. alte Kellerbauten oder ganze Häuser, werden zerstört, indem man die Ladung im Hohlraum niederlegt und alle Fenster und Thüren fest verdämmt. Man rechnet per Kubikmeter Hohlraum 0·1—0·6^{kg} Dynamit (Nr. I oder II) je nach der Mauerstärke.

Ladungsbestimmung.

Für Gesteinlösung und Mauerwerkssprengung.

Die Bestimmung der Ladung ist Sache eines Ingenieurs oder Bergbeamten, nie darf dies dem Arbeiter überlassen werden. Leicht aber ist die Anlage von Ladungstabellen dort, wo die Arbeit gleichartig bleibt und das Material die gleiche Festigkeit zeigt. Nie ist die Länge des Bohrloches allein massgebend zur Bestimmung der Ladung, sondern die Entfernung des Minenherdes von der nächsten freien Fläche. Diese Entfernung nennt man die Vorgabe der Mine, und hierauf ist alles Andere basirt.

Ist die Ladung für eine Vorgabe ermittelt, so verhalten sich die Ladungen für alle anderen Vorgaben bei sonst gleichen Verhältnissen wie die Würfel ihrer Vorgaben

$$L : L_1 = v^3 : {v_1}^3$$

Hieraus ist die Lebrun'sche Minenregel gebildet, deren Gleichung

$$L = k\, v^3$$

lautet. Hier ist L diejenige Ladung, welche bei der Widerstandslinie v zu geben ist.

k ist der aus Versuchen ermittelte Widerstands-Coëfficient des zu sprengenden Mediums.

Diese Formeln sind aber nur dann giltig, wenn die Grössen der Vorgaben nicht sehr von einander differiren.

Verwendbarer sind die vom Herrn k. k. Major (jetzt Oberst im Geniestabe) Vogel veröffentlichen Formeln (Linzer Mauerwerks-Sprengungen [11])

---

[11]) Wenn auch diese Formeln für andere Arten Sprengungen — speciell nur für Mauerwerk — aufgestellt wurden, so lassen sie sich doch auch für Gesteinslösungsarbeiten gut anwenden und liefern für die Praxis hinreichend sichere Resultate.

$$L = k\,(v + r)^3 \text{ und}$$
$$L = k\,(v + \tfrac{2}{3}\,e)^3;$$

erstere gilt für einzelne, letztere für combinirte Minen. L, k und v haben die gleiche Bedeutung wie in der Lebrun'schen Formel. Wiederholt sei, dass r den Trichter-Halbmesser der Mine, e die Entfernung zweier Minenherde bedeutet und nnter Trichter-Halbmesser das mittlere Mass der durch eine vollkommen gelungene Sprengung erzeugten Oeffnung verstanden ist.

Die auf Seite 32 enthaltene Ladungstabelle gibt die Ladungen für eine ganze Reihe von Widerstands- coefficienten, so dass sie zu ersten Versuchen genügend Anhalt bietet.

Für Holz- und Eisenconstructions-Sprengung.[12])

Zur Berechnung der Ladungen der einzelnen Holz- oder Eisen-Constructionen dienen nachstehende Formeln, und die Tabellen auf Seite 33 bis Seite 37.

Für Holz-Constructionen dient die Formel:

$$L = 0{\cdot}0005\ d\ (b + d)$$

L = der Ladung in Kilogramm, d = der Dicke, b = der Breite des Balkens in Centimetern. (NB. ist $b = d$ zu setzen, wenn $b < d$ ist.)

Für massive eiserne Platten oder genietete Platten deren Nieten weiter als 16^{cm} von einander abstehen:

$$L = 0{\cdot}005\ b\ d^2$$

Für massive gusseiserne oder genietete Platten, deren Nieten bis zu 16^{cm} von einander abstehen:

$$L = 0{\cdot}0025\ b\ d^2$$

L = der Ladung in Kilogramm, d = der Dicke, b = der Breite der Platte in Centimetern. (NB. Die Breite ist = 16^{cm} zu setzen, wenn sie geringer sein sollte.)

Die Ladungen werden in Kästen laborirt, deren Breite zur Höhe sich wie 1 : 1 oder wie 2 : 1 verhalten. Die Dichte der Laborirung soll $1{\cdot}4^{kg}$ per Kubikdecimeter betragen.

Sehr starke Nietenköpfe sind in die Plattendicke einzurechnen.

Röhrengurten erhalten Ladungen wie Eisenplatten von der Breite des Röhrenumfanges, nur wird die Ladung rund um die Röhre angeordnet. Gitterstäbe erhalten Ladungen

---

[12]) Nach Hauptmann Pap und den Mittheilungen des k. k. technischen und administrativen Militär-Comités.

von 1—2^{kg}. (Durchgängig ist hier Dynamit Nr. I, Neu- oder Guhr-Dynamit, als Sprengmittel angenommen.) Bei Ladungen für Hohlkörper, namentlich alte gusseiserne Kanonenrohre, kann per Centimeter Bohrungsdurchmesser 0·1^{kg} gerechnet werden.

Gusseisen erfordert die halben Ladungen von Schmied eisen.

Patronenhüllen, Sprengbüchsen, Dichtungsmittel.

Die gewöhnlichen Patronenhüllen sind aus Pergamentpapier erzeugt und genügen dieselben selbst in nassen Bohrlöchern, wenn die Ladungen nicht zu lange im Wasser verbleiben oder Sprenggelatine verwendet wird. Um diese Hüllen gegen das Wasser widerstandsfähiger zu machen, verklebt man selbe mit weichem Pech, Unschlitt, Theer oder Dichtungspasta.

Jene Ladungen, welche längere Zeit im Wasser verbleiben, werden in entsprechend geformten (meist cylindrischen) Weissblechbüchsen verwahrt. (Fig. 62, 63.) Der Deckel solcher Büchsen ist durchlocht, um die Zündschnur oder die Drähte des elektrischen Zünders bis innerhalb der Büchse führen zu können. Werden solche Büchsen zur Ladung angebohrter Piloten verwendet, so ist der Deckel in die Büchse hineingeschoben; bei allen anderen ist er aufgesteckt, d. h. er übergreift die Büchse. Sowohl die Fugen des Deckels als auch die Oeffnungen für die Zündschnur oder die Zünderdrähte werden mit Dichtungspasta verklebt. An den grösseren Büchsen bringt man überdies Ringe an, um einestheils den Deckel gut befestigen, anderentheils um die Büchse selbst an einen anderen Gegenstand (einen Reif, eine Stange oder dergleichen) anbinden zu können. (Sollen Sprengbüchsen in grossen Tiefen verwendet werden, so muss stärkeres Blech, ja sogar Gusseisen zu deren Herstellung benützt werden.) Grössere Sprengbüchsen erhalten am Deckel eine cylindrische Vertiefung von 35^{mm} Tiefe und 23^{mm} Durchmesser, neben der diametral zwei kleine Ringe angelöthet werden. Diese Vertiefung dient zur Aufnahme der Zündpatrone, die in einer entsprechenden kleinen Blechbüchse Schiesswoll-Dynamit oder Gelatine-Dynamit und eine 20^{mm} tiefe, 9^{mm} weite Vertiefung für den elektrischen Zünder enthält.

Sind die Sprengbüchsen bestimmt, die Explosion durch Röhrenzündung auf andere Büchsen zu übertragen, resp. den Explosions-Impuls von anderen zu empfangen, so ist an einer oder zwei Flächen eine Gasflanche mit Gewinde für das Rohr angelöthet oder eine Bajonnetverschluss-Vorrichtung angebracht. Die Oeffnungen für Röhrenzündung communiciren mit dem Inneren der Büchse, während die Ver-

tiefungen zur Aufnahme der Zündpatrone oder des Zünders gegen das Innere der Büchse abgeschlossen sind. Jene Büchsen, welche die Explosion übertragen sollen, müssen mindestens 1[kg] Dynamit enthalten. (Fig. 64, 65.)

Ordinäre Dichtungspasta dient zu Dichtungen, die keinem hohen hydraulischen Druck ausgesetzt sind, oder deren Haltbarkeit keine besonders lange sein soll.

Guttaperchapasta zu allen Dichtungen von besonderer Wichtigkeit, die hohem Druck ausgesetzt sind und grosse Haltbarkeit besitzen sollen. Die Verbindungsstellen der Leitungsdrähte, wenn selbe unter Wasser kommen, sollen immer mit Guttaperchapasta gedichtet werden. Um dieselbe verwenden zu können, muss sie an einer Flamme oder in heissem Wasser erweicht werden.

Alle Dichtungsarbeiten müssen sorgfältig ausgeführt werden, da Mängel an denselben Versager herbeiführen und so den ganzen Effect einer Sprengung vereiteln können.

Ladungs-Tabelle für Gesteinssprengungen in Schächten, Stollen, Querschlägen, Einschnitten und Steinbrüchen.

Vorgabe $= w$ in Meter	$w + r$ oder $w + \frac{2}{3} e$ in Meter	k = 0·100	k = 0·125	k = 0·150	k = 0·175	k = 0·01	k = 0·02	k = 0·03	k = 0·04	k = 0·05	k = 0·06	k = 0·07	k = 0·08	k = 0·09
		Ladung $= L$ in Grammen												
0·250	0·40	6	8	10	11	.	.	.	3	3	4	4	5	5
0·300	0·45	9	11	14	16	.	.	3	4	5	5	6	7	8
0·350	0·50	13	16	19	23	.	3	4	5	7	8	9	10	12
0·400	0·55	17	21	25	29	.	4	5	7	9	10	12	14	15
0·450	0·60	22	27	32	39	.	5	7	9	11	13	15	18	20
0·500	0·65	28	34	41	49	3	6	8	11	14	17	20	22	25
0·550	0·70	34	43	52	60	3	7	10	14	17	20	24	28	31
0·600	0·75	42	53	63	74	4	8	13	17	21	26	29	34	38
0·650	0·80	51	64	77	89	5	10	15	20	26	30	36	40	46
0·700	0·85	61	77	92	107	6	12	18	24	31	36	43	48	55
0·750	0·90	73	91	109	128	7	14	22	29	37	44	51	58	66
0·800	0·95	86	107	129	151	9	18	26	34	43	52	60	68	77
0·850	1·00	100	125	150	175	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0·900	1·05	116	145	174	203	12	24	35	46	58	70	81	92	104
0·950	1·10	133	166	200	233	13	26	40	53	67	80	91	106	120
1·000	1·20	173	216	259	303	17	34	52	69	87	104	119	138	156
1·100	1·30	220	275	330	385	22	44	66	88	110	132	154	176	198
1·200	1·40	274	343	412	480	27	54	82	110	137	164	189	220	247
1·300	1·50	338	422	506	592	34	68	101	135	169	202	238	270	306
1·400	1·60	410	512	614	718	41	82	123	164	205	246	287	328	369
1·500	1·70	491	614	737	859	49	98	147	196	246	294	343	392	441
1·600	1·80	583	729	875	1020	58	116	175	233	297	350	406	466	522
1·700	1·90	686	857	1030	1190	69	138	206	274	343	412	483	548	621
1·800	2·00	800	1000	1200	1400	80	160	240	320	400	480	560	640	720
1·900	2·10	926	1158	1390	1620	93	186	278	370	463	556	651	740	837
2·000	2·20	1065	1330	1580	1860	107	214	320	426	533	640	749	852	963

Anmerkung. Schnurzündung: $L = k\ (w + r)^3$ Elektrische Zündung: $L = k \left(w + \frac{2}{3} e\right)^3$ r und e werden in sehr engen Stollen oder Schächten, vorzüglich für Einbruchsminen, gleich $^2/_3$ der Stollen-(Schacht-)Breite gesetzt; in weiteren Stollen oder Schächten, für Einbruchsminen gleich der halben Stollen-(Schacht-)Breite, in allen anderen Fällen gleich den wirklichen Abmessungen.

Lade-Tabelle für Sprengungen von Balken und Constructionen aus weichem Holze.

d in Centimetern	$(b + d)$ in Centimetern												Anmerkungen
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	
	L = Kilogrammen												
15·0	0·225	0·300	0·375	0·450	0·525	0·600	0·675	0·750	0·825	0·900	0·975	1·050	Dynamit Nr. I.
17·5	0·305	0 350	0·440	0·525	0·615	0·700	0·790	0·875	0·965	1·050	1·140	1·225	
20·0	.	0·400	0·500	0·600	0·700	0·800	0·900	1·000	1·100	1·200	1·300	1·400	
22·5	.	0 505	0·565	0 675	0·790	0·900	1·015	1·125	1·240	1·350	1·465	1·575	
25·0	.	0·625	0 625	0·750	0·875	1·000	1·125	1·250	1·375	1·500	1·625	1·750	
27·5	.	.	0·755	0·825	0·965	1·100	1·240	1·375	1·405	1·650	1·790	1·925	
30·0	.	.	0·900	0 900	1·050	1·200	1·350	1·500	1·650	1·800	1·900	2·100	
32·5	.	.	1·055	1·055	1·140	1·300	1·465	1·625	1·790	1·950	2·115	2·275	
35 0	.	.	1·225	1·225	1·225	1·400	1·575	1·750	1·925	2·100	2·275	2·450	
37·5	.	.	.	1·405	1 405	1·500	1·690	1·875	2·065	2·250	2·440	2·625	
40·0	.	.	.	1·600	1·600	1·600	1·800	2·000	2·200	2·400	2·600	2·800	
42·5	.	.	.	1·805	1·805	1·915	1·915	2·125	2·340	2·550	2·765	2·975	
45·0	.	.	.	2 025	2·025	2·025	2·025	2·250	2·475	2·700	2·925	3 150	
47·5	.	.	.	.	2·255	2·255	2·255	2·375	2·505	2·850	3·090	3·325	
50 0	.	.	.	.	2·500	2·500	2·500	2·500	2·750	3·000	3·200	3·500	
52·5	.	.	.	.	2·755	2·755	2·755	2·755	2·890	3·15)	3·415	3·675	
55·0	.	.	.	.	3·025	3·025	3·025	3·025	3·025	3·300	3·575	3·850	
57·5	.	.	.	.	.	3·305	3·305	3·305	3·450	3·450	3·740	4·025	
60 0	.	.	.	.	.	3·600	3·600	3·600	3·600	3·600	3·900	4·200	
62 5	.	.	.	.	.	3·905	3·905	3·905	3·905	3·905	4·065	4·375	
65·0	.	.	.	.	.	4·225	4·225	4·225	4·225	4·225	4·225	4·550	
67·5	.	.	.	.	.	.	4·555	4·555	4·555	4·555	4·555	4·725	
70·0	.	.	.	.	.	.	4·900	4·900	4·900	4·900	4·900	4·900	
72·5	.	.	.	.	.	.	5·2 5	5·255	5·255	5·255	5·255	5·255	
75·0	.	.	.	.	.	.	5·625	5·625	5·625	5·625	5·625	5·625	

L = Ladung in Kilogramm
b = Breite des Balkens } in Centimeter
d = Dicke „ „ }
$L = 0{\cdot}0005\ d\ (b + d^{\prime})$.

Ist $b < d$ so wird $b = d$ gesetzt.

Als b gilt jene Fläche auf der die Sprengladung aufliegt.

Ladungs-Tabelle für Sprengungen von

d in Centimetern	b in Centimetern						
	16	20	25	30	35	40	45
	L = Kilogramme						
1·0	0·080	1·100	0·125	0·150	0·175	0·200	0·225
1·5	0·180	0·225	0·280	0·340	0·395	0·450	0·505
2·0	0·320	0·400	0·500	0·600	0·700	0·800	0·900
2·5	0·500	0·625	0·780	0·940	1·095	1·250	1·405
3·0	0·720	0·900	1·125	1·350	1·575	1·800	2·025
3·5	0·980	1·225	1·530	1·840	2·140	2·450	2·760
4·0	1·280	1·600	2·000	2·400	2·800	3·200	3·600
4·5	1·62	2·03	2·53	3·04	3·54	4 05	4·56
5·0	2·00	2·50	3·13	3·75	4·38	5·00	5·63
5·5	2·42	3·03	3·78	4·51	5·29	6·05	6·81
6·0	2·88	3·60	4·50	5·40	6·30	7·20	8·10
6·5	3·38	4·22	5·28	6·34	7·39	8·45	9·51
7·0	3·92	4·90	6·13	7·35	8·58	9·80	11·03
7·5	4·50	5·63	7·03	8·44	9·84	11·25	12·66
8·0	5·12	6·40	8·00	9·60	11·20	12·80	14·40
8·5	5·78	7·23	9·03	10·84	12·64	14·45	16·26
9·0	6·48	8·10	10·13	12·15	14·18	16·20	18·23
9·5	7·22	9·03	11·28	13·54	15·79	18·05	20·31
10·0	8·00	10·00	12·50	15·00	17·50	20·00	22·50
10·5	8·82	11·03	13·78	16·54	19·29	22·05	24·81
11·0	9·68	12·10	15·13	18·15	21·18	24·20	27·23
11·5	10·58	13·23	16·53	19·84	23·14	26·45	29·75
12·0	11·52	14·40	18·00	21·60	25·20	28·80	32·40

Eisenplatten und Eisenconstructionstheile.

b in Centimetern					Anmerkungen
50	55	60	65	70	
L = Kilogramme					
0·250	0·275	0·300	0·325	0·350	Dynamit Nr. I. $L = 0{\cdot}005\ b\ d^2$ bei Schmiedeisenplatten ohne Nietung oder mit Nieten von mindestens 16cm Abstand. Bei Gusseisenplatten oder einer engeren Nietung die Hälfte der vorstehenden Ladungen. Ist $b < 16^{cm}$, so wird statt der wirklichen Breite 16cm in Rechnung gezogen. Sehr dicke Nietenköpfe sind in die Plattendicke einzurechnen.
0·565	0·620	0·675	0·730	0·790	
1·000	1·100	1·200	1·300	1·400	
1·565	1·720	1·875	2·030	2·190	
2·250	2·475	2·700	2·925	3.150	
3·060	3·370	3·680	3·980	4·290	
4·000	4·400	4·800	5·200	5·600	
5·06	5·57	6·07	6·58	7·08	
6·25	6·88	7·50	8·13	8·75	
7·56	8·32	9·07	9·83	10·59	
9·00	9·90	10·80	11·70	12·60	
10·56	11·62	12·68	13·73	14·79	
12·25	13·48	14·70	15·93	17·15	
14·06	15·47	16·88	18·23	19·69	
16·00	17·60	19·20	20·80	22·40	
18·07	19·87	21·68	23·48	25·29	
20·25	22·28	24·30	26·33	28·35	
22·56	24·82	27·08	29·33	31·59	
25·00	27·50	30 00	32·50	35·00	
27·56	30·32	33·08	35·83	38·59	
30·25	33·28	36·30	39·33	42·35	
33·06	36·37	39·68	42·98	46·28	
36·00	39·60	43·20	46·80	50·40	

Ladungs-Tabelle für Sprengungen von

d in Centimetern	*b* in Centimetern						
	75	80	85	90	95	100	105
	L = Kilogramme						
1·0	0·375	0·400	0·425	0·450	0·475	0·500	0·525
1·5	0·845	0·900	0·950	1·015	1·070	1·125	1·180
2·0	1·500	1·600	1·700	1·800	1·900	2·000	2·100
2·5	2·345	2·500	2·655	2·810	2·970	3·125	3·280
3·0	3·375	3·600	3·825	4·050	4·275	4·500	4·725
3·5	4·590	4·900	5·200	5·510	5·820	6·120	6·430
4·0	6·000	6·400	6·800	7 200	7·600	8·000	8·400
4·5	7·59	8·09	8·60	9·10	9·61	10·11	10·62
5·0	9·38	10·00	10·63	11·25	11·88	12·50	13·13
5·5	11·35	12·10	12·86	13·61	14·37	15·13	15·89
6·0	13·50	14 40	15·30	16·20	17·10	18·00	18·90
6·5	15·84	16·90	17·96	19 01	20·07	21·13	22·18
7·0	18·38	19·60	20·83	22·05	23·28	24·50	25·73
7·5	21·09	22·50	23·91	25·31	26·72	28·13	29·53
8·0	24·00	25·60	27·20	28·80	30·40	32·00	33·60
8·5	27·09	28·90	30·71	32·51	34·32	36·13	37·93
9·0	30·38	32·40	34·43	36·45	38·48	40·50	42·53
9·5	33·84	36·10	38·36	40·61	42·87	45·13	47·38
10·0	37·50	40·00	42·50	45·00	47·50	50·00	52·50
10·5	41·34	44·10	46·86	49·61	52·37	55·13	57·88
11·0	45·38	48·40	51·43	54·45	57·48	60·50	63·53
11·5	49·59	52·90	56·20	59·51	62·82	66·12	69·43
12·0	54·00	57 60	61·20	64·80	68·40	72·00	75·60

Eisenplatten und Eisenconstructionstheile.

b in Centimetern					Anmerkungen
110	115	120	125	130	
L = Kilogramme					
0·550	0·575	0·600	0·625	0·650	Dynamit Nr. I. $L = 0{\cdot}005\ b\ d^2$ bei Schmiedeisenplatten ohne Nietung oder mit Nieten von mindestens 16^{cm} Abstand. Bei Gusseisenplatten oder einer engeren Nietung die Hälfte der vorstehenden Ladungen. Ist $b < 16^{cm}$, so wird statt der wirklichen Breite 16^{cm} in Rechnung gezogen. Sehr dicke Nietenköpfe sind in die Plattendicke einzurechnen.
1·240	1·295	1·350	1·405	1·465	
2·200	2·300	2·400	2·500	2·600	
3·440	3·595	3·750	3·905	4·060	
4·950	5·175	5·400	5·625	5·850	
6·740	7·040	7·350	7·650	7·960	
8·800	9·200	9·600	10·000	10·400	
11·12	11·63	12·13	12·64	13·14	
13·75	14·38	15·00	15·63	16·25	
16·65	17·41	18·17	18·93	19·69	
19·80	20·70	21·60	22·50	23·40	
23·24	24·29	25 35	26·41	27·46	
26·95	28·18	29·40	30·63	31·85	
30·94	32·34	33·75	35·16	36·56	
35·20	36·80	38·40	40·00	41·60	
39·74	41·54	43·35	45·16	46·96	
44·55	46·58	48·60	50·63	52·65	
49·64	51·89	54·15	56·41	58·66	
55·00	57·50	60·00	62·50	65·00	
60·64	63·39	66·15	68·91	71·66	
66·55	69·58	72·60	75·63	78·65	
72·74	76·05	79·36	82·66	85·96	
79·20	82·80	86·40	90·00	93·60	

Land- und forstwirthschaftliche Aufgaben der Spreng-Technik.

Herr Hofrath Dr. W. Ritter v. Hamm, der von Beginn an der Spreng-Cultur im Dienste der Land- und Forstwirthschaft die grösste Aufmerksamkeit schenkte und ihre Erfolge stets mit regem Interesse beobachtete, schrieb vor mehreren Jahren:

„Die Tendenz unseres Ackerbaues richtet sich immer mehr dahin, durch Tiefcultur auch die unteren Schichten der Erdrinde zur Pflanzen-Ernährung heranzuziehen, den Wurzeln ein grösseres Bereich an Nahrungsmaterial darzubieten, ihnen die seit Jahrtausenden in den Untergrund gewaschenen Vorräthe an löslichen Salzen zugängig zu machen. Auf diesem Grundsatze beruht das Verfahren des Rigolens, des Untergrundpflügens, der Dampf-Bodencultur. Allein auch mit den gewaltigsten Motoren erreicht man im günstigsten Falle nur eine Bodenvertiefung von 0·66 bis 0·75^{m}, während es doch bekannte Thatsache ist, dass die meisten Nutzpflanzen in geeignetem Boden Wurzeln bis 2^{m} Tiefe ausschicken, viele aber, z. B. Klee-Arten, Obstbäume, namentlich der Weinstock sogar bis zu 3^{m} und darüber. Es braucht nicht erwiesen zu werden, dass die junge, zarte Wurzel in gelockertem Erdreich rascher vorwärts dringt, grössere Nahrungsgebiete ausnützt, als im Gegentheil; es ist zugleich nicht ausser Acht zu lassen, dass der Pflanze die Feuchtigkeit der Tiefe in trockener Jahreszeit zugute kommen wird, sobald nur ihre Wurzeln sie zu erreichen vermögen. Wenn es nun gelingt, durch ein ganz einfaches, für Jedermann ausführbares, keine anderen Apparate, als etwa einen Erdbohrer erforderndes Verfahren den widerspenstigen Boden eines Grundstückes bis in eine Tiefe von 2 bis 3^{m} vollständig zu lockern, so dass Luft, Feuchtigkeit und Wurzeln überallhin freien Zugang finden, so muss hierdurch ein Bodenzustand erreicht werden, wie er günstiger für den Pflanzenbau nicht gedacht werden kann. Bis heute war man allerdings nicht in der Lage, durch mechanische Mittel ein solches Ziel anzustreben. Durch die Verwendung des Sprengpräparates Dynamit zu diesem Zwecke wird man es aber erreichen können. Das haben mir die Versuche gezeigt, welche ich bisher in dieser Richtung angestellt und veranlasst habe; ich werde dieselben fortsetzen und in geeigneter Weise darüber eingehend zu berichten nicht versäumen. Jedenfalls glaube ich es schon jetzt aussprechen zu dürfen, dass die „Spreng-Cultur“ mittelst Dynamit dereinst eine bedeutende Stellung in der Bodenbearbeitung bei der Landwirthschaft einzunehmen berufen ist etc.“

Die Zeilen aus der Feder eines der hervorragendsten Fachmänner auf dem Gebiete der Land- und Forstcultur mögen zur ausgebreiteten Anwendung der „Sprengcultur“ ermuntern.

Anleitung zur Lösung der verschiedenen Aufgaben.

1. Urbarmachung gänzlich unproductiven Bodens.

A. Entfernung von Felsbänken.

Manches Ackerfeld ist thatsächlich durch jahrelange Mühe und bedeutende Geldopfer dem felsigen Boden abgerungen worden, vorzüglich in dicht bevölkerten Gegenden, wo der Werth der Grundstücke stetig zunimmt. Meist wird eine geringe Humusdecke über das felsige Terrain aufgeführt und werden die Unebenheiten nach und nach abgearbeitet. Ist der zu Tage stehende oder mit der Krume im Niveau befindliche Fels zur Verwitterung geneigt, so lohnt sich die Entfernung solcher Felsbänke durch Sprengarbeit, da dieselbe rasch und billig zum Ziele führt.

Wir empfehlen hierzu die Anlage von $1{\cdot}50^{m}$ tiefen, $3{\cdot}00^{m}$ von einander entfernten, jede mit $0{\cdot}3^{kg}$ Dynamit Nr. II und einem elektrischen Zünder geladenen Minen.

Es ist selbstverständlich, dass man nicht ganze Hektaren grosse Flächen derart bearbeiten wird, sondern es werden einzelne, gleich Inseln aus dem Ackerlande hervorragende Felsbänke von grösserer oder geringerer Ausdehnung zu entfernen sein.

Unter der Annahme, dass ein 2 Hektaren grosses Ackerfeld $316\square^{m}$ Felsbänke enthalte, welche durch Sprengung zu entfernen wären, so sind hiezu 57 Bohrminen erforderlich, für welche sich die Kosten mit

$85{\cdot}50^{m}$ Bohrung	fl. 42·75
$17{\cdot}715^{kg}$ Dynamit Nr. II (per Mine $0{\cdot}312^{kg}$) .	„ 22·76
57 Stück elektrischer Zünder	„ 3·14
10% Regie und Werkzeug-Amortisation . .	„ 6·87
Summa . .	fl. 75·52

beziffern, so dass jene 2 Hektaren Feld mit fl. 75·52 höher zu bewerthen sind, oder es muss dieses Feld bei einer zehnjährigen Amortisation dieser Summe jährlich fl. 7·55 mehr Ertrag bieten. Die leichtere Bearbeitung des Feldes ist ein weiterer Gewinn.

Als Illustration zu dem Vorhergesagten diene die Schilderung einer derartigen Arbeit auf der fürstlich Colloredo-Mannsfeld'schen Domäne Dobříš.

Dort ist ein 9·2 Hektaren grosses Ackerfeld thatsächlich durch 20jährige Mühe dem felsigen Boden (Thonschiefer) abgewonnen worden. Aus dieser Parcelle ragten aber noch

immer sechs grössere Felsbänke ohne die geringste Humusdecke hervor. Im südlichen Theile der Parcelle befanden sich kleine, zum Theil überdeckte Bänke, und hier wurden in zwei derselben Minen von $0{\cdot}5^{m}$ und $0{\cdot}75^{m}$ Tiefe mittelst des gewöhnlichen Bohrwerkzeuges gebohrt. Die erste Mine wurde mit $7{\cdot}2^{dkg}$, die zweite mit 10^{dkg} Dynamit Nr. III alt geladen und mit der Schnur gezündet. Die Zertrümmerung des Felsens reichte $0{\cdot}65^{m}$ und $0{\cdot}85^{m}$ in die Tiefe und zeigte einen gleich grossen Radius im Minenhorizonte.

Auf einer der grossen nördlich gelegenen Felsbänke wurden fünf Bohrminen angelegt, deren Anordnung aus Fig. 66 ersichtlich ist. Die Bohrung der Minen erfolgte theils mit dem gewöhnlichen Steinbohrwerkzeug, theils mit einer grossen Handbohrmaschine. Letztere zeigte hier ihre grosse Ueberlegenheit gegen das Bohrwerkzeug. Drei Mann hatten mit dem gewöhnlichen Bohrzeug (Schlag- und Stossbohrer) 2^{m}, und in derselben Zeit vier Mann, welche erst unterrichtet wurden, trotz dreimaligen Ueberstellens der Bohrmaschine für die Herstellung eines neuen Bohrloches im Ganzen $4{\cdot}25^{m}$ abgebohrt. Die Zündung der Minen geschah des heftig strömenden Regens halber mit der Bickford-Zündschnur. Die folgende Tabelle zeigt alle Details dieser Arbeit. Die Sprengung gelang vollkommen und wurde der beabsichtigte Zweck erreicht.

Sprengung	Bohrlochs-Nr.	Des Bohrloches		Arbeitszeit	Geldbetrag der						Gesammtunkosten der Lockerung		Gelockerte Fläche	
		Tiefe	Ladung		Bohrung		Sprengung		Zusammen					
		Met.	Klgr.	Std.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	Mtr. tief	□ Mtr.
Vorversuch	—	0·50	0 072	2/30	—	1·62	—	9 50	—	11·12	—	12	0·65	1·40
	—	0·75	0·100	1/2	—	3·65	—	13·00	—	16·25	—	17	0·85	2·20
grosse Felsbank	1	1·00	0 300											
	2	1·25	0·400											
	3	1·00	0·300	4 1/2	3	25·00	2	24·00	5	49·00	6	04	1·60	50·00
	4	1·50	0·500											
	5	1·50	0·500											

Zu bemerken ist, dass die Verwendung von Dynamit II neu die Preise nur unbedeutend ändert, jedenfalls nicht nennenswerth vergrössert.

B. Vertiefungen für Baumpflanzungen.

Die Anlage und Erhaltung von Alleen neben Wegen und in Parks erfordert Jahr für Jahr viele Mühe und bedeutende Auslagen. Vorzüglich auf felsigem Boden kränkeln derartige Pflanzungen, da die Wurzeln der Bäume keinen genügenden Raum zum Ausbreiten geniessen. Die Anlage

von Bohrminen ist auch hier das einfachste und billigste Mittel um Raum für das ungehinderte Treiben der Wurzeln zu schaffen.

Bohrminen von 1—2^{m} Tiefe genügen in allen Fällen, und die Kosten betragen per Bohrloch:

1^{m} Bohrarbeit	= fl. 0·50	2^{m} Bohrarbeit	= fl. 1·00
0·20^{kg} Dyn. II	= „ 0·25$_{6}$	0·4^{kg} Dyn.	= „ 0·51$_{20}$
1^{m} Zündschnur	= „ 0·01$_{0}$	1·75^{m} Zündschnur	= „ 0·01·$_{75}$
1 Zündhütchen	= „ 0·01	1 Zündhütchen	= „ 0·01
10% Regie etc.	= „ 0·07·$_{5}$	10% Regie	= „ 0·14$_{5}$
	Summe fl. 0·84$_{6}$		Summe fl. 1·68·$_{45}$

Es bilden aber derartige Minen gelockerte Gruben von 2^{m}, beziehungsweise 4^{m} Durchmesser, die nur geringer Nacharbeit bedürfen und den Pflanzenwurzeln hinreichend grossen Raum gewähren, weil die Wände des umschliessenden Steines von der heftigen Explosionswirkung nach allen Richtungen hin zerklüftet und zerspalten sind, den Wurzeln also kein unüberwindliches Hemmniss für ihre Ausbreitung bieten.

C) Verbesserung minder guter Bodenflächen durch Zertrümmerung undurchlässiger Schichten, vorhandener Findlingsfelsen etc. in Gärten, Weinbergen und Feldern.

In Gärten und Weinbergen finden sich manchmal Stellen, wo in geringer Tiefe Felsen oder andere undurchlässige Schichten (Hornstein) liegen, deren Zertrümmerung wünschenswerth erscheint. Zu diesem Zwecke empfehlen wir die Anlage von 1·25^{m} tiefen, 2·5^{m} von einander entfernten, mit 12^{kg} Dynamit Nr. II geladenen Minen, deren Herstellung durch den Erdbohrer und das gewöhnliche Steinbohrwerkzeug leicht und rasch erfolgt und die nach geschehener Ladung elektrisch gezündet werden. Die Unkosten dürften im Maximum per Ar auf circa 5 fl. sich belaufen.

Für Felder scheint eine derartige Arbeit kaum lohnenswerth, dagegen ist die Entfernung von mehr oder minder grossen Felsstücken, Findlinge genannt, durch Sprengarbeit ohne unverhältnissmässig grossen Zeit- und Kostenaufwand auszuführen.

Derartige Steinkörper werden mit dem Steinbohrer so angebohrt, dass die Ladung möglichst in die Mitte der Masse zu liegen kommt. Als Sprengmittel dient Dynamit Nr. II, als Zündung die Bickford-Zündschnur und das Kapsel.

D) Bodenlockerung auf Tiefen, in die kein Ackergeräthe reicht, sowie Rigolen bei Neu-Anlage von Gärten und Weinbergen.

a) Bodenlockerung.

Der Anbau von Klee, Luzerne, Hopfen, Wein etc. verlangt eine Bodenlockerung auf Tiefen, die nur durch Rigolen

zu erreichen sind; doch weiss jeder Landwirth, wie zeit- und geldraubend das Rigolen ist.

Wenn auch kein voller Ersatz für das Rigolen durch netzartig über die Fläche vertheilte, mit dem Bohrzeug hergestellte Dynamit-Erdminen von 1—2^{m} Tiefe und 2—4^{m} Entfernung, mit 57^{g} bis 400^{g} Dynamit Nr. II geladen und elektrisch gezündet, erreicht wird, so erhält man doch ein mit den Kosten dieses Verfahrens vollkommen im Einklange stehendes Resultat.

Wir führen in Folgendem ein Beispiel aus der Praxis an, welches die Richtigkeit des eben Gesagten bestätigt und zwar: In Dobříš wurden auf einem schottrigen Acker 32 Bohrminen hergestellt. Jede Mine war 1^{m} tief, ihre gegenseitigen Entfernungen betrugen 1·6^{m} und die Ladung 7·2^{kg} Dynamit Nr. IV alt.

Die hiefür erwachsenen Unkosten waren:

für 6 Arbeitsstunden à 6½ kr.	fl. 0·39
„ 2·304^{kg} Dynamit Nr. IV à inclusive Transport fl. 0·83	„ 1.91
„ 32^{m} Zündschnur und 32 Zündhütchen	„ 0.80
und 10% Regie und Werkzeug-Amortisation . . .	„ 0·31
Zusammen .	fl. 3·41

Gelockert wurden 100□^{m} Fläche. Die Lockerung war eine vollständige und reichte auf 1·3^{m} Tiefe. Wegen Regenwetters während der Vornahme dieser Arbeit sind Zündschnur statt elektrischer Zünder verwendet worden, weshalb die Entfernungen der Minen statt mit 2^{m}, nur mit 1·6^{m} gewählt wurden.

b) Rigolen nach neuer Manier. (Fig. 67.)

Bei der Neu-Anlage von Weinbergen, Gärten oder Parkpartien ist häufig nicht nur eine gänzliche Veränderung der Oberfläche durch Abgrabung und Aufschüttung, sondern auch meistens ein sehr tiefes Rigolen nöthig. Sind Tiefen von circa 2^{m} nöthig, so empfiehlt sich folgendes Verfahren:

An einer Seite des Grundstückes — wenn möglich an der tiefstgelegenen — wird ein Graben von z. B. 2^{m} Tiefe, an der Sohle 2·5^{m} breit, längs der einen ganzen Seite des Grundstückes ausgehoben, wobei man die innere Grabenwand möglichst steil hält.

Sodann werden zwei Reihen Bohrminen hergestellt, von denen die erstere Reihe um die Grubentiefe vom Grabenrande entfernt steht und die zweite Reihe um 2^{m} von der ersten Reihe zurück, schachbrettförmig gegen sie angeordnet ist. Die Minen sind so tief wie der Graben gebohrt und um die doppelte Tiefe von einander entfernt. Die zweite Reihe steht um die Grubentiefe von der ersten Reihe ab.

Sind die Minen z. B. 2^m tief, so erhielt jede — schwerer Lettenboden angenommen — 200^g Dynamit Nr. II Ladung. Diese beiden Reihen, elektrisch gezündet, werfen die Masse so, dass die Durcharbeitung und Mischung sehr leicht und rasch geschehen kann; zugleich wird der Graben wieder gebildet und zwei neue Minenreihen werden gebohrt u. s. f. Dieses Verfahren erspart 20 bis 30% an Geld und 50% an Zeit gegen die früher gebräuchliche Art des Rigolens ohne Sprengung.

c) Rigolen zwischen Bäumen und Weinstöcken.

Man legt Bohrminen von $1—1{\cdot}25^m$ Tiefe zwischen die Bäume oder Weinstöcke, zwischen welchen der Grund gelockert werden soll, ladet die Minen mit $40—100^g$ Dynamit Nr. II und zündet selbe mit der Schnur.

Durch die Explosion dieser Minen werden hinreichend weitgehende Lockerungen des Grundes erzeugt, ohne die Theile allzu heftig zu verschieben, so dass die Wurzeln der Bäume und Rebstöcke durch die Explosion nicht beschädigt werden.

E) Bodenlockerung für Baumpflanzungen. (Fig. 68.)

Im schweren Lettenboden erleichtert man gleichfalls das Ausheben der Gruben, indem man zuerst eine Anordnung von Bohrminen macht und dieselben sprengt. In Breitensee wurden 8 Minen à $1{\cdot}25^m$ tief gebohrt und wirkten dieselben ganz vorzüglich. Die Kosten betrugen:

1·33 Arbeitsstunden à 12 kr. .	fl. 0·16
$1{\cdot}656^{kg}$ Dynamit Nr. IV alt à 80 kr. (à Mine 209^g) . .	„ 1·325
9^m Zündschnur	„ 0·145
8 Zündhütchen	„ 0·08
Zusammen	fl. 1·71

daher per Mine 21·4 kr.

Die Bodenlockerung reichte bis $1{\cdot}80^m$ unter die Rasendecke.

Auch zur Vorbereitung für die Anlage von tiefen Gräben in festem Erdreiche sind Dynamitsprengungen in der vorgezeichneten Weise von guter Wirkung, um die nachfolgende Arbeit des Aushebens bedeutend zu erleichtern.

Die angeschlossenen Lade-Tabellen dürften als Anhalt bei Vornahme der Sprengarbeiten im Felsen oder Erdboden dienen; jedenfalls werden dieselben nur geringer Modificationen bedürfen.

Lade-Tabelle für Meliorations-Arbeiten mittelst Sprengungen.

Sprengung von Felsbänken und grösseren Steinkörpern			Sprengung von Findlingsfelsen			Untergrundlockerung			Anmerkung
Tiefe	Entfernung	Ladung Dynamit II	grösste Abmessung	Tiefe des Bohrloches	Ladung Dynamit II	Bohrlochs- Tiefe	Bohrlochs- Entfernung	Ladung Dynamit II	
des Bohrloches Meter		Gramm	Meter		Gramm	Meter		Gramm	
0·50	0·75	20	0·50	0·30	20	0·60	0·90	20	Bei den Steinsprengungen ist die Schnurzündung anzuwenden; bei der Untergrundlockerung gebührt der elektrischen Zündung der Vorzug.
0·75	1·15	66	0·75	0·50	20	0·75	1·15	20	
1·00	1·50	159	1·00	0·70	30	0·90	1·35	34	
1·25	1·90	318	1·25	0·90	58	1·05	1·50	56	
1·50	2·25	537	1·50	1·00	100	1·20	1·80	81	
1·75	2·65	867	1·75	1·20	160	1·35	2·00	112	
2·00	3·00	1280	2·00	1·40	240	1·50	2·25	158	
2·25	3·40	1848	2·25	1·50	340	1·65	2·45	206	
2·50	3·75	2500	2·50	1·70	470	1·80	2·70	273	
2·75	4·15	3350	2·75	1·80	620	1·95	2·90	342	
3·00	4·50	4340	3·00	2·00	810	2·10	3·15	500	

Holzsprengung für forstliche Zwecke.

Beseitigung von Wurzelstöcken. (Fig. 69, 70, 71.)

Die Stockrodung mittelst Dynamit ist nicht neu; vorzüglich werthvoll wird sie, wenn es gilt, grössere Abtriebe rasch aufzuarbeiten, sei es, um freien Platz zu gewinnen oder um die Brutstätten schädlicher Insecten zu beseitigen. Wo die Arbeitskräfte mangeln oder theuer sind, dort wird das Arbeiten mit Dynamit zur Nothwendigkeit. Die Art und Weise, wie der Stock zur Sprengung vorbereitet werden soll, ist von der Holzgattung, der Art des Stockes und des Bodens abhängig.

Nur muss das Holz des Stockes gesund sein und man muss bei schon angefaulten Stöcken stets gesundes Holz für die Anlage des Bohrloches suchen. Ist ein Stock sehr kernfaul, so dass der Kern und der Wurzelknoten fehlen, so sprengt man derartige Stöcke lieber nicht, da sie der Handarbeit keine Schwierigkeiten bieten.

Das mit dem deutschen Schneckenbohrer herzustellende Bohrloch soll 25—28^{mm} weit sein und in folgender Weise geführt werden:

a) von der Schnittfläche aus.
b) von seitwärts durch eine Hauptwurzel,
c) von seitwärts zwischen zwei Hauptwurzeln,
d) durch die Erde in die Pfahlwurzel,

und bei Windbruch- oder schon gerodeten Stöcken:

e) von rückwärts her in den Wurzelknoten.

Als allgemein giltige Regeln lassen sich folgende Sätze hinstellen:

1. Der Stock soll angerodet sein, d. h. die Seitenwurzeln sind durchzuhacken.

2. Das Bohrloch soll bis in den Wurzelknoten oder die Pfahlwurzel und selbst durch diese hindurch in die Erde reichen.

3. Das Bohrloch soll mindestens die dreifache Länge der zu verwendenden Ladung haben.

4. Der Besatz hat den ganzen nicht von der Ladung eingenommenen Raum des Bohrloches auszufüllen.

Gezündet wird bei der Stockrodung mit der Bickford-Zündschnur.

Sehr grosse Eichenstöcke verlangen eine verhältnissmässig starke Ladung; man bohrt von der Schnittfläche her bis in den Wurzelknoten 2—3 Bohrlöcher, welche 30^{mm} von einander entfernt liegen und parallel laufen; geladen werden dieselben gleich stark, jedoch nur eines derselben mit Kapsel und Zündschnur versehen, da die Detonation der einen

Ladung genügt, um die der anderen gleichzeitig zu bewirken. Das letzt Angeführte wendet man bei sehr grossen (über $1{\cdot}5^{m}$ Durchmesser) gerodeten Stöcken an. Die mehrfach verbreitete Ansicht, für sehr starke Stöcke zum Anbohren einen Bohrer von mehr als 28^{mm} Schnittdurchmesser zu verwenden, ist nach unseren Erfahrungen eine irrige, da weite Bohrlöcher eine festere Verdämmung erfordern und andererseits das Geräth durch mehrere Bohrer unnöthig vermehrt wird.

Nummer	Object	Durchmesser (Centimeter)	Bohrlochs-Tiefe (Centimeter)	Ladung (Dg.)	Sprengungsunkosten (Kr.)	Arbeitszeit (St.)	Bohrlochs-Anlage	Sprengwirkung
1	unangerodeter Eichenstock etwas angefault	110	115	20	$28^{1}/_{2}$	$^{1}/_{6}$	von der Schnittfläche durch die Pfahlwurzel bis in die Erde	ward in 5 Theile gespalten, stark gehoben, war leicht zu entfernen
2	sehr knotiger unspaltbarer Eichenklotz 3·8 Meter lang	100	120	24	$33^{1}/_{2}$	$^{1}/_{6}$	von einer Schnittfläche aus im Kerne des Klotzes	ward gänzlich gespalten und mehrfach gebrochen
3	unangerodeter Eichenstock etwas angefault	115	120	24	$33^{1}/_{2}$	$^{1}/_{6}$	wie bei Nr. 1	ward in 8 Theile gespalten, die Seitenwurzeln abgebrochen, mehrere Stücke ganz weggeschleudert, war leicht zu entfernen
4	desgleichen	120	120	30	$41^{1}/_{2}$	$^{1}/_{6}$	desgleichen	ward in 3 Theile gespalten, mehrfach angerissen und beinahe gänzlich gehoben
5	angerodeter sehr fester und gesunder Eichenstock	120	120	30	$41^{1}/_{2}$	$1^{1}/_{6}$	desgleichen	ward in 7 Theile zerrissen, die nur lose zusammenhingen. Die Wurzeln wurden sämmtlich abgebrochen, das Aufarbeiten erforderte 15 Minuten
6	sehr knotiger Eichenklotz 4 Meter lang	100	120	24	$33^{1}/_{2}$	$^{1}/_{6}$	von einer Schnittfläche aus im Kerne des Klotzes	ward nach der ganzen Länge in 4 Theile gespalten, diese mehrfach angerissen u. gebrochen
7	angerodeter Eichenstock sehr fest und gesund	130	120	30	$41^{1}/_{2}$	$1^{1}/_{6}$	wie bei Nr. 1	ward in 8 Theile zerrissen und gänzlich aus dem Boden entfernt
8	unangerodeter Eichenstock sehr fest und gesund	150	120	48	67	$^{1}/_{3}$	erhielt von der Schnittfläche aus 2 Bohrlöcher die 2 Cm. von einander entfernt waren	ward in 10 Theile zerrissen und beinahe gänzlich aus dem Boden entfernt
9	desgleichen	140	110	30	$41^{1}/_{2}$	$^{1}/_{2}$	zwischen 2 Hauptwurzeln bis in den Wurzelknoten	ward in 10 Theile zerrissen davon 8 gänzlich weggeschleudert

Auf gleiche Weise wie Stöcke können sehr knotige, unspaltbare **Holzklötze** zertheilt werden, indem man sie im Kerne von einer Schnittfläche aus möglichst tief anbohrt und wie einen gleich starken Stock ladet und sprengt.

Die vorstehenden beim Atáder landwirthschaftlichen Verein durch Herrn Grafen Paul Széchenyi und unseren Ingenieur Hugo Münch durchgeführten Sprengungen fanden in Ungarn vielfache Nachahmungen und ermöglichen die Verwerthung von bisher untheilbaren und untransportablen Baumstöcken und Holzklötzen. Durchgängig war Dynamit Nr. II alt, Bickford-Zündschnur, einfache Kapsel und der deutsche Schneckenbohrer verwendet worden. Die nachstehende Ladungs-Tabelle gibt Anhaltspunkte für die ersten Sprengungen, nach deren Ergebnissen sich bei den späteren leicht Rectificationen vornehmen lassen.

Ladungs-Tabelle für Baumstöcke.

Stock-durchmesser	Ladung	Stock-durchmesser	Ladung	Anmerkung
Centimeter	Dekagramm	Centimeter	Dekagramm	
20	2·2	75	13·0	Dynamit Nr. I neu. Das Bohrloch soll 26 bis 30 Mm. weit sein und bis in die Pfahlwurzel od. den Wurzelknoten reichen.
22·5		77·5	14·0	
25		80	15·0	
27·5	2·3	82·5	16·0	
30	2·7	85	17·0	
32·5	3·2	87·5	18·0	
35	3·7	90	19·0	
37·5	4·2	92·5	20·0	
40	4·8	95	21·0	
42·5	5·4	97·5	22·0	
45	5·7	100	23·5	
47·5	5·9	105	24·0	
50	6·0	110	25·5	
52·5	6·5	115	28·0	
55	7·0	120	28·5	
57·5	8·0	125	30·5	
60	8·5	130	33·0	
62·5	9·0	135	33·5	
65	10·0	140	34·0	
67·5	11·0	145	36·0	
70	11·5	150	39·0	
72·5	12·0	160	43·5	

Für die Einführung der Sprengarbeit beim Beseitigen von Wurzelstöcken wird sich der Forstwirth dann entschliessen, wenn das Stockholz einen gewissen Werth repräsentirt, wie dies in dichter bevölkerten, mit weniger Waldbestand versehenen Gegenden der Fall ist; ferner dort, wo es sich darum handelt, die Stöcke sobald als möglich zu beseitigen,

mögen die Gründe hierfür welch' immer sein; und dort, wo die Arbeitskräfte selten oder theuer sind.

Es erübrigt uns hier noch, dem Manen des Begründers der Sprengcultur, dem Hofrath Dr. Wilhelm Ritter von Hamm, einige Worte zu widmen. Während diese Zeilen dem Drucke entgegen reiften, schied er für immer aus dem Kreise seiner Freunde. Hamm hat Grösseres auf dem Gebiete der Bodencultur geleistet, aber auch seine „Sprengcultur" wird wohlthätige Dienste leisten, wenn nur seine zurückgebliebenen Freunde und Berufsgenossen das von ihm Begonnene weiter, bis zur praktischen Verwendung und Anwendung unterstützen und fördern.

SPRENGUNGEN AUS DER PRAXIS.

Wichtigere Sprengungen aus der Praxis.

Tregister Kohlenbergbau-Gesellschaft. [1])

Nach Director Pischoff's Angaben.

Herr Pischoff, ehemals Director des Tregister Kohlenwerkes, bringt, gegründet auf sorgfältig durchgeführte Comperativ-Versuche, vergleichende Daten über die Verwendung von Dynamit und Schwarzpulver in den Kohlenwerken des Voigtsberg-Köflacher Revieres.

Nach diesen mit grosser Sorgfalt gesammelten Daten kosten 100 Zollcentner Hauwerk:

a) an Sprengmaterial:

bei Verwendung von Pulver 74·8 kr.
„ „ „ Dynamit 39·4 „

b) an Arbeitswerth:

bei Verwendung von Pulver 318·466 kr.
„ „ „ Dynamit 300·535 „

c) Die Kohlenschüttung gibt Werth im Percentsatz:

	mit Pulver	mit Dynamit	Differenz zu Gunsten von Dynamit	Differenz zum Schaden von Dynamit
Stückkohle .	78·237%	79·711%	+ 1·474%	— 0·000%
Kleinkohle . .	8·713%	8·749%	+ 0·036%	— 0·000%
Schütt- oder Förderkohle	13·050%	11·540%	+ 0·000%	— 1·510%

oder an durchschnittlichem Werth per 100 Centner Erzeugung zu Gunsten der Dynamit-Verwendung 11·936 kr.

Es wird also per Centner bei Anwendung von Dynamit erspart:

a) Werth an Sprengmateriale . . 0·354 kr.
b) „ „ Arbeitskraft . . . . 0·180 „
c) „ „ Kohlenschüttung . . 0·120 „
Zusammen . 0·654 kr.

Dabei war das Gedinge per Centner um 0·611 kr. niedriger, aber der Verdienst der Häuer um 7 kr., der Hundstösser und Förderer um je 6 kr. höher.

[1]) Oesterreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen. Jahrg. 1876. Nr. 4.

LIBRARY
UNIVERSITY OF ILLINOIS

Neuerungen in den Gewinnungsarbeiten für Braunkohle.[2])

Mittheilungen aus dem Dux-Teplitzer Reviere.

A. Arbeiten im Tagbaue.

a) **Im Abraummateriale.** Das Abraummateriale — blauer Tegel, Lehm, Lehm mit Kohle, schottriger Lehm — wurde in der allgemeinen üblichen Weise gewonnen, indem man die Wände durch verticale Schlitze abtheilte, die einzelnen Partien unterschrämmte und schliesslich durch Eintreiben von Keilen die Massen zum Sturze brachte.

Das folgend angeführte Beispiel zeigt die Unterschiede der beiden Gewinnungsarten.

1. Aeltere Manier. (Fig. 72.)

Eine Abraumwand von 20^m Länge und 5^m Höhe wird durch 5 senkrechte Schlitze in 4 Partien getheilt, der Schramm wird 1^m, jeder Schlitz verglichen $1{\cdot}25^m$ tief und $0{\cdot}5^m$ breit geführt. Auf diese Art kommen bis zu dem Momente, wo die Masse stürzt, folgende Arbeiten zu leisten:

Die Schlitze $[(4{\cdot}5 \times 0{\cdot}5 \times 1{\cdot}25) \times 5] = 14{\cdot}06^{cbm}$
Der Schramm $(20 \times 0.35 \times 1) = 7{\cdot}00^{cbm}$
Zusammen . $21{\cdot}06^{cbm}$

Erdmaterial lediglich durch Abarbeiten mit dem Krampen zu gewinnen, ferner das Eintreiben von 4 Keilen.

2. Neuere Manier. (Fig. 73.)

Eine Wand von ganz denselben Dimensionen soll durch Sprengungen geworfen werden. Hierbei kommen folgende Arbeiten zur Ausführung:

Die Schlitze $[(5 \times 0{\cdot}75 \times 3) \times 2] = 22.5^{cbm}$

Erdmateriale durch Abarbeiten mit dem Krampen zu gewinnen, ferner:

5 Bohrminen, à 3 Meter tief, zusammen 15 Meter Bohrung, 5 Minen zu laden und zu verdämmen, das Herrichten der Zündleitung und das Zünden selbst.

Es liefert die ältere Manier:

$$(20 \times 5 \times 1{\cdot}25) = 125^{cbm}$$

die neuere Manier dagegen:

$$(20 \times 5 \times 3) = 300^{cbm}$$

Die Kosten stellen sich wie folgt, und ist nur zu bemerken, dass locale Verhältnisse dieselben, wenn auch nicht stark, doch immerhin in Etwas verändern.

1. Nach der älteren Manier.

$21{\cdot}06^{cbm}$ Schlitzen und Schrämmen à 45 kr. fl. $9{\cdot}47_{\cdot 7}$
das Treiben der Keile . . . . . „ $0{\cdot}22_{\cdot 3}$
Zusammen . fl. $9{\cdot}70$

für 125^{cbm} oder fl. $0{\cdot}07_{\cdot 76}$ per Cubikmeter.

[2]) Zeitschrift des berg- und hüttenmännischen Vereines für Kärnten. 1875.

2. Nach der neueren Manier.

$22{\cdot}5^{cbm}$ Schlitzen à 45 kr.	fl.	$10{\cdot}12_{\cdot 5}$
15^{m} Bohrminen herzustellen à 10 kr. . .	„	$1{\cdot}50$
5 Minen zu laden, zu verdämmen und zu zünden	„	$0{\cdot}25$
5^{kg} Dynamit Nr. III inclusive Transport à 47 kr.	„	$4{\cdot}70$
5 elektrische Zünder inclusive Transport à 7 kr.	„	$0{\cdot}35$
verlorener Eisendraht	„	$0{\cdot}02_{\cdot 5}$
Zusammen .	fl.	$16{\cdot}95$

für 300^{cbm} oder fl. $0{\cdot}05_{65}$ per Cubikmeter.

Es sind aber die 300^{cbm} im vierten Theile der Zeit zu gewinnen, die zur Gewinnung der 125^{cbm} mittelst Handarbeit gewöhnlich gebraucht werden.

Ersparniss an Zeit, Geld und Arbeitskraft, geringere Gefährdung des Arbeiters sind der Vortheil der neuen Manier und es zeigen dies deutlich die Resultate, die in den Duxer Tagbauten erlangt wurden.

Ober-Bergverwaltung der Dux-Bodenbacher Eisenbahn.

Der Abraumwände			Tiefe der Schlitze	Der Minen							Geworfene Masse
Material	Länge	Höhe		Tiefe	Durchmesser	Abstände	Ladung	Ladungs-	Verdammungs-	Anzahl	
							Kg.	Länge			Cubikm
blauer Letten[3])	15m	4m	3m	3m	26mm	4·5mm	0·75	1·2m	1.8m	3	180 à 6·4 kr.
Letten mit Kohle[4])	25m	8m	4m	4m	40mm	3·75m	1·50	1·03m	2m	6h 3v	800 à 4·9 kr.
schottr. Lehm[5])	18m	4·5m	3·5m	3·5m	26mm	3m	1·30	1·8m	1·7m	5	286 à 4·7 kr.
Lehm[6])	20m	6m	4m	4m	40mm	3·5m	1·33	0·8m	1·6m	5	480 à 5·5 kr.

[3]) Horizontale Minen, 2 Schlitze. — [4]) 6 horizontale, 3 vertikale Minen, 2 Schlitze. — [5]) Horizontale Minen, 1 Schlitz. — [6]) Horizontale Minen, 2 Schlitze.

Herr Ober-Bergverwalter Balling schreibt am Schlusse eines Briefes: „Das Ergebniss der durch uns in den letzten vier Wochen vorgenommenen Sprengungen besteht in Geld- und Zeitersparniss, vorzugsweise aber auch in der erhöhten Sicherheit für die Arbeiter."

Zum Schlusse sei bemerkt, dass senkrechte Minen selten guten Erfolg haben, wohl aber kann man sehr hohe Wände dadurch zum Sturze bringen, dass man ausser den horizontalen Minen auch einige senkrecht (vielmehr parallel mit der vorderen Wand laufend) stehende Minen in den zu werfenden Körper legt.

Die vorstehende Tabelle bringt noch einige Beispiele aus der Praxis.

Jedenfalls ist überall, wo schwer zu bearbeitender Tegel als Abraummasse lagert, die Sprengarbeit der Handarbeit vorzuziehen, wie dies auch die Nachrichten aus Trifail bestätigen.

b) **Im Kohlenflöze.** Hier wurden die wenigsten Neuerungen eingeführt, nur trat die elektrische Zündung an die Stelle der Schnurzündung, theilweise auch das Dynamit Nr. III an die Stelle der stärkeren Sorten.

Originell und äusserst interessant ist der Tagbau im Rich. Hartmann-Schachte bei Ladowitz, wie ihn Director Hofmaier eingeführt hat. Der Grubenbau dient hier zur Vorbereitung für den Tagbau und um mehr Angriffspunkte zur Arbeit zu haben. In Fig. 74 und 75 zeigen sich die beiden Strecken *A* und *B*, zwischen denen 20^m Kohlenflöz liegen. Durch den Querschlag *C* wird ein circa 15^m breiter Pfeiler gebildet. Der so entstandene 20^m lange, 15^m breite Pfeiler wird zuerst durch die Parallelstrecken *D* und D_1, sowie durch den Querschlag *E* gleichmässig in sechs kleinere Pfeiler von 5^m zu 5^m Querschnitt getheilt. Diese sechs Pfeiler werden rechtwinkelig durch die Strecken *F* und F_1, sowie *G*, G_1 und G_2 durchfahren, so dass 24 kleine Pfeiler von 2^m zu 2^m Querschnitt entstehen. Der Querschlag C_1 ist ohne Absicht hier, da er von alten Bauten herrührt.

Jeder der 24 Pfeiler wurde mit einem $1{\cdot}1^m$ tiefen Bohrloche versehen und dieses mit $0{\cdot}4^{kg}$ Dynamit Nr. III geladen Der Besatz wurde aus feuchtem Letten hergestellt und bie zum Minenmund geführt.

Zu den Verbindungen diente Eisendraht, und nur wo eine Verbindung um eine Ecke ging, wurde Guttaperchadraht verwendet. Die elektrischen Stabzünder waren $0{\cdot}95^m$ lang. Als negative Leitung diente dünner Guttaperchadraht, als positive dagegen Eisendraht.

Die Zündmaschine (älteres System) war im Tagbaue an einem sicheren Orte aufgestellt; 45 Umdrehungen der Kurbel

genügten, sämmtliche 24 Schuss zu nehmen. Der Effect war ein vollständiger.

Früher bei der Schnurzündung war es oft vorgekommen, dass einzelne Schüsse versagt hatten und dadurch das Brechen nur unvollständig vor sich ging.

Vollkommene Sicherheit der Zündung, gleichzeitiges Brechen aller Stützpfeiler und grössere Sicherheit des Arbeitspersonales ist der Vorzug der elektrischen Zündung im Tagbaue.

B. Arbeiten im Tiefbaue.

a) **In der Strecke und dem Querschlage.** Fast überall wurde in dem Dux-Teplitzer Reviere das Schlitzen, Schrämmen und Hereinkeilen zum Vortriebe benützt; in seltenen Fällen wurde mit Dynamit gesprengt.

Um den Aufsatz nicht unnöthig zu vergrössern, sollen hier nur kurz die neueren Manieren des Streckenvortriebes angeführt werden.

1. Nachnehmen der Sohle.

Fig. 76 und 77 zeigen zwei verschiedene Arten, diese Arbeit durchzuführen.

Es werden beiderseitig möglichst schmale Schlitze geführt und zwar mindestens so lang, als die abzunehmende Bank hoch ist.

Statt nun zu schrämmen und zu keilen, werden Bohrminen angelegt, jede mit 133—200^{g} Dynamit Nr. III geladen und elektrisch gezündet.

Nicht nur, dass eine directe Zeit- und Geldersparniss dadurch erzielt wird, sondern auch ein besserer Stückkohlenfall ist das Ergebniss des neueren Verfahrens.

Je nach den Dimensionen des Strecken-Querschnittes lässt man zwei oder drei Minen legen.

2. Im Strecken- und Querschlags-Vortriebe.

Statt den Ortsstoss mit beiderseitigen Schlitzen und unten mit einem Schramme zu versehen — das isolirte Stück wurde sodann durch Keile losgetrennt — werden jetzt nur ein Schlitz und der untere Schramm hergestellt und an der Firste und dem anderen Seitenstosse 3 bis 5 Bohrminen in gleicher Tiefe wie der Schlitz (1 bis 1·3^{m}) angelegt, deren Richtung parallel mit der Streckenachse läuft. (Fig. 78 *a* und *b*.) Geladen werden die Minen, je nach der Festigkeit der Kohle mit 133—267^{g} Dynamit Nr. III, wobei zu bemerken kommt, dass das Bohrloch in der Ecke um 67—100^{g} mehr Ladung erhalten muss.

Die Ladung soll so bemessen werden, dass das Flöz nicht unmittelbar nach dem Explosions-Moment, sondern einige Minuten später bricht, weil dann der Stückkohlenfall

ein besserer wird. Ferner ist es zu rathen, lieber eine Mine mehr anzulegen, als wie dieselben zu stark zu laden.

Die Unkostenvergleiche fallen sehr zu Gunsten der Sprengarbeit aus, wie folgende Beispiele zeigen.

Bei einem Strecken-Querschnitt von $3{\cdot}2^{m}$ und $2{\cdot}25^{m}$ verlangt die alte Arbeitsmanier folgende Zeit:

die beiden Schlitze	6	$11 \times 2 = 22$ Arbeitsstunden à 15 kr.	fl. 3·30
der untere Schramm	3		
das Loskeilen	2		

nach der neueren Manier dagegen:

ein Schlitz	3	$6{\cdot}25 \times 2 = 12{\cdot}5$ Arbeitsstunden à 15 kr. . .	„ 1·87·5
der Schramm	3		
das Bohren und Laden	1/4		
250^{g} Dynamit Nr. III (damals)			„ 0·23·5
4 elektrische Bandzünder $1{\cdot}25^{m}$ lang à 6·5 kr. . .			„ 0·26
verlorener Draht			„ 0·03
		Zusammen	fl. 2·40;

es entfallen aber nach der alten Manier nur $4{\cdot}34^{cbm}$, nach der neueren dagegen $6{\cdot}5^{cbm}$ Kohle, da durch den zweiten Schlitz Lösche entsteht und die Bohrlöcher einen Viertelmeter tiefer zum Bruche bringen.

Es entsteht also eine Geldersparniss von mehr als 38% und eine Zeitersparniss von drei Arbeitsstunden per Cubikmeter bei grösserem und besserem Stückkohlenfalle.

Angenommen, es sei dies ein ungewöhnlich günstiger Fall, so ist doch immer das Resultat überraschend. Die zahlreichen anerkennenden Briefe aber, die sich alle dahin aussprechen, dass Zeit, Geld und Arbeitskraft erspart und ein besserer Stückkohlenfall erzielt werde, sowie die rasche Verbreitung, welche die neue Methode gewonnen, lassen schliessen, dass ein entsprechender Vortheil derselben zugesprochen werden muss.

In zwei Werken war eine etwas brüchige Kohle, und hier zeigte sich folgender Vorgang als vortheilhaft. Es wurde beiderseitig geschlitzt, unten geschrämmt und in die Firste zwei bis drei Bohrminen gelegt. Die Ladung derselben schwankte zwischen 100 und 200^{g}. (Fig. 79.)

Hier sei noch beigefügt, dass diese Abbau-Methoden nur mit Hilfe der elektrischen Zündung möglich werden, jede, wenn auch noch so geringe Zeitdifferenz in der Detonation der einzelnen Minen beeinträchtigt die Wirkung bedeutend, ja stellt selbe gänzlich in Frage, wie dies Versuche mit Schnellzündern zur Genüge gezeigt haben.

Ein Vortheil der elektrischen Zündung ist ferner die Möglichkeit, den Explosionsplatz sofort nach der Zündung betreten zu können, da weder Rauch noch Gase belästigen.

b) **Im Abbaue.** Wichtiger als alle anderen Erfolge ist die neue Art, die Decken der Abbaupläne hereinzunehmen.

Bisher war folgender der allgemein übliche Vorgang; Die hereinzunehmende Decke wurde auf allen Seiten aufgeschlitzt, nöthigen Falles wurden auch Stützen eingesetzt. Diese Arbeit war zeitraubend und gefährlich, daher auch kostspielig.

Herr Director Klönne in Dux machte zuerst den Versuch, auch im Abbaue das Schlitzen durch Bohrminen zu ersetzen. Der Versuch fiel derartig günstig aus, dass rasch nacheinander mehrere Werke das gleiche Verfahren einführten.

Fig. 80 zeigt die Ansicht der Decke von unten her gesehen und einen Durchschnitt des Planes.

Da sich der Plan nach keiner Seite hin anschloss, so musste der Schlitz 2^m tief und 1^m breit geführt werden. Die anderen drei Seiten wurden mit 22 Bohrminen, jede 2^m tief und 26^{cm} weit, angelegt.

In den beiden Ecken lagen die Minen näher beisammen.

Die Kohlendecke war 3^m stark und wurden mit Rücksicht hierauf die Minen jede mit 400^g. die neben den Eckminen befindlichen jede mit 530^g und die Eckminen selbst mit 660^g Dynamit Nr. III geladen. Als Besatz diente plastischer Letten und wurde der Besatz $1{\cdot}1^m$ hoch hergestellt.

Als Zünder dienten Bandzünder von $1{\cdot}75^m$ Länge, wie sie von uns geliefert werden.

Der Erfolg war ein vollständiger; 10 Minuten nach der nur schwachen Detonation begann die Decke zu brechen und circa 1000^{cbm} gute Kohle kam zum Bruche.

Einen Vergleich gezogen zwischen der früheren und der jetzigen Arbeitsmanier zeigt folgende Differenzen zu Gunsten der Sprengmethode.

1. Nach der älteren Manier:

152^{cbm} aufzuschlitzen sammt Nebenarbeiten . .	fl. 480·—
gewonnene Masse circa 950^{cbm}.	

2. Nach der neueren Manier:

40^{cbm} aufzuschlitzen	fl. 120·—
44^m Bohrminen herstellen und laden	„ 8·80
5^{kg} Dynamit Nr. III	„ 4·70
22 elektrische Zünder à 8 kr.	„ 1·76
Verlorener Draht	„ 0·74
Zusammen .	fl. 136·00

Es kommt daher nach der früheren Manier der Cubikmeter auf circa 50, nach der neuen Manier auf circa 14 Kreuzer.

Hierzu kommt aber noch eine Zeitersparniss von circa 75% und die vollständige Gefahrlosigkeit der ganzen Manipulation.

Schacht-Abteufen zu Hruschau in Oesterr.-Schlesien.

Durch die Güte des Herrn Berg-Ingenieurs Böhm erhielten wir folgende interessante Mittheilung über das Schacht-Abteufen und den Querschlags-Vortrieb in den Werken zu Hruschau. Beim Abteufen des Kunstschachtes I sowie des Ida-Schachtes ward früher Dynamit, Schwarzpulver und Zündschnur verwendet, u. zw. Dynamit hauptsächlich an nassen Orten.

Vielfache Versager und die dadurch entstandene Gefährdung der Arbeiter beim Zünden veranlassten die Verwendung der elektrischen Zündung. Es werden jetzt 4—6 Minen von circa 1^m Tiefe in der Mitte der Schachtsohle angeordnet, so dass die Minenherde näher gegen einander liegen, als die Minenmündungen. Diese Minen werden mit Dynamit geladen und elektrisch gezündet, wodurch ein hinreichend grosser Einbruch geschaffen wird.

Der Ida-Schacht hat $7{\cdot}0^m$ Länge und $2{\cdot}5^m$ Breite; es stehen somit die beiden Querschnitts-Dimensionen in einem der Sprengarbeit ungünstigen Verhältnisse und doch haben die Einbruchs-Minen im Mittel über 13% per Meter Schachtteufe gelockert.

Das Ausweiten des Einbruches auf die ganze Schachtgrösse geschah in Hruschau bisher mittelst Pulverminen und Schnurzündung.

Die Arbeiten in beiden Schächten, die festes Steinkohlen-Gebirge durchsetzen, zeigen so ziemlich auch gleiche Kostenverhältnisse.

Im Ida-Schachte betragen die Teufe 109^m, der Ausbruch 1907^{cbm} und die Kosten 9533 fl.; also per Cubikmeter fl. 5.—.

Im Kunstschachte, dessen Teufe 143^m, dessen Ausbruch 1901^{cbm} betragen, sind die Kosten 10.882 fl.; es entfallen also per Cubikmeter fl. 5·70.

Hiervon sind auf Rechnung der Spreng- und Zündmittel, sowie auf Amortisation der elektrischen Zündmaschine zu setzen:

Im Ida-Schachte 72 kr.
„ Kunstschachte 78 „
} per Cubikmeter.

Ein in gleichem Gebirge getriebener Querschlag von nur $4{\cdot}5\square^m$ Querschnitt ward gleichfalls mit Dynamit und elektrischer Zündung gearbeitet und hier leisteten die Einbruchs-Minen 50% des Gesammt-Ausbruches per Meter Vortrieb.

Im Kunstschachte I war von 1875—1876 das Gedinge circa fl. 76.30, wenn Dynamit-, Pulver- und Schnurzündung verwendet wurden; dagegen bei Verwendung von Dynamit allein, sowie von Zündschnur und elektrischer Zündung circa fl. 75.—.

Im ersteren Falle entfallen auf den Meter Abteufung:

3·46^{kg} Pulver 3·92^{kg} Dynamit 30 Stück Zündhütchen 18·12^{m} Zündschnüre	Kosten fl. 9.45,	— 24 kr.

dagegen im zweiten Falle:

4·55^{kg} Dynamit 43 Stück Zündhütchen 3·2 „ elektr. Zünder 2·4^{m} Leitungsdraht 29^{m} Zündschnur	Kosten fl. 9.69,	+ 24 kr.

wobei aber die monatliche Abteufung um 17% grösser als im ersteren Falle war.

Herr Berg-Ingenieur Böhm zieht daraus die Schlussfolgerung, dass die Verwendung von Dynamit und elektrischer Zündung sowohl beim Schacht-Abteufen als beim Vortrieb von Stollen und Querschlägen, wie auch zum Lösen grösserer Massen unvergleichlich bessere Resultate liefert, als die Anwendung von Pulver und Zündschnur.

Die Schachtteufung zur Wiedergewinnung der Urquelle in Teplitz. 1879.

(Fig. 81—84.)

Die nach der Katastrophe von Dux-Teplitz in Aussicht genommenen Arbeiten zur Wiederauffindung der Teplitzer Stadtbadquelle veranlassten die Stadtvertretung auch zwei Mitglieder unseres technischen Bureaus dorthin zu rufen. Am 22. Februar begannen in der Badegasse von Teplitz die Teufungsarbeiten unter der Leitung unseres Ingenieurs Hugo Münch.

In der nur 5·30^{m} breiten Badegasse wurde dicht neben der Grundmauer des Stadtbades an der Stelle, wo früher die Tharmslquellen zu Tage traten, ein 2·8^{m} breiter, 4·0^{m} langer Schacht angeschlagen. Der Tagkranz lag 205·225^{m} über dem Spiegel des Adriatischen Meeres, das zu durchfahrende Gestein war fester Porphyr, welcher von mehreren engeren und weiteren Spalten durchzogen war.

Die Teufungsarbeiten wurden durch gewöhnliche Steinbrecher ausgeführt und nur einige Zeit haben 3 Schacht- und 1 Zimmerhäuer der k. k. Bergdirection zu Přibram mit gearbeitet, im Ganzen 15 Häuer, 2 Zimmerhäuer, 15 Förderleute.

Zur Aufsicht waren 1 Aufseher (beurlaubter Genieunterofficier) und 1 Obersteiger aus Přibram (letzterer leider nur kurze Zeit), nach dessen Abgang ersetzte ihn ein heimischer Steiger.

Am 3. März früh $7^1/_2$ Uhr ward die Thermalquelle in 191·768^m Seehöhe, also 13·457^m unter dem Tagkranze vom Obersteiger Opelt wiedergefunden. Diese in 12 Tagen unter ungemeinen Mühen erreichte Teufe hatte

63 Bohrminen mit einer Gesammttiefe von 42·55^m,
6·300^{kg} Cellulose-Dynamit I,
52 elektrische Zünder,
13 Zündhütchen und
16^m Zündschnur

erfordert.

Mit jedem Tage der Arbeit stiegen die zu überwindenden Schwierigkeiten, die Wasserhebmaschinen (alte Centrifugalpumpen), und die anfänglich verwendeten Locomobilen erwiesen sich zu schwach, den Wasserandrang zu bewältigen. Die Temperatur des Wassers, welche 38·3° R. betrug, machte einen mehr als dreistündigen Aufenthalt in demselben zur Unmöglichkeit. Das per Minute zufliessende Wasserquantum betrug 2·880^{cbm}. Am 29. März ward bei 16·357^m unter dem Tagkranz (188·868^m Seehöhe) die Teufung beendet. Die letzten 4^m Teufe hatten

62 Minen mit einer Gesammttiefe von 37·2^m,
9·200^{kg} Cellulose-Dynamit I,
62 elektrische Zünder,
160 Blechhüllen,
4^{kg} Leitungsdraht,
5^{kg} Dichtungspasta

und an Zeit 17 Tage erfordert.

Die Arbeit im Trocknen beanspruchte per Cubikmeter (das Mauerwerk und der Quellenraum sind nicht gerechnet)

84^g Dynamit,
0·87 elektrische Zünder,
0·56^m Bohrung;

dagegen die Arbeit unter Wasser per Cubikmeter:

200^g Dynamit,
1·3 elektrische Zünder,
0·75^m Bohrung.

Die ausgeführten Zimmerarbeiten umfassten den Tagkranz, 10 Schachtkränze, 2 Pumpenbühnen, die Steigfahrten, die zwei Förderhaspel und das Fundament des Antriebswerkes der Pumpen.

Piloten-Sprengung nächst Nussdorf. (Fig. 85.)

Beim Baue der Brücke über den Wiener Donaucanal für die Verbindungsbahn nächst Nussdorf bei Wien mussten

eine Menge von alten Bauten herrührende Piloten entfernt werden. Die anfänglich gehegte Hoffnung, diese Piloten ziehen zu können, erfüllte sich nicht und die Baggerarbeiten wurden durch ihr Vorhandensein ungemein erschwert. Das Sprengen der drei Pilotenreihen schien der Bauunternehmung Gebrüder Redlich & Berger bedenklich, da in allernächster Nähe die Piloten der provisorischen Treppelbrücke und des Baggergerüstes, sowie begonnene Spundwände sich befanden. Wollte aber die Unternehmung nicht unverhältnissmässig viel Geld und Zeit verlieren, so blieb allein die Entfernung durch Sprengarbeit übrig. Nach eingehender Untersuchung erklärte unser Ingenieur Hugo Münch die Sprengarbeit für ausführbar, ohne dass eine Gefährdung der Neubauten zu fürchten sei.

Jene Piloten, bei denen durch ausgeführte Baggerarbeiten das Niveau des nöthigen Aushubes erreicht wurde, sind durch frei am Grunde der Ausbaggerung angelegte 1^{kg} schwere Sprengbüchsen entfernt und hierbei an der Ladestelle, sowie $1{\cdot}5^{m}$ oberhalb dieser abgebrochen worden, alle anderen Piloten wurden in ihrer Längenaxe angebohrt und durch $0{\cdot}5^{kg}$ schwere Ladungen an der Ladestelle abgesprengt und gehoben. Auch in der Mitte des von den Piloten umgebenen Raumes standen drei Pilotenreste, zwischen denen grosse Steine fest eingeklemmt waren; drei Sprengbüchsen, welche dort versenkt und gezündet wurden, zerbrachen die Piloten und warfen die Steine auseinander.

Sämmtliche Ladungen waren in Weissblechbüchsen laborirt und wurden elektrisch gezündet. Die vorstehende Zeichnung bringt die nöthigen Details. Die Unkosten der Sprengung betrugen circa 59 fl. ö. W.

Felsensprengung in der Donau nächst Nussdorf. [7])

Fig. 86 bis 90.

Oberhalb der Agentie der Donau-Dampfschifffahrts-Gesellschaft beginnen am rechten Donau-Ufer eine Reihe Felsbänke, die sich bis weit nach aufwärts in die Nähe des Kahlenbergerdörfels fortsetzen. Diese Riffe und Bänke sind der Schifffahrt ungemein hinderlich, ja sie werden sogar gefährlich; besonders galt dies von den unteren, vor der Canal-Einfahrt gelegenen Riffen.

Die Oberleitung der k. k. Donauregulirungs-Commission beantragte die Entfernung dieser Riffe durch Sprengung, und unser Bureau mit der Durchführung derselben.

Die auf 370^{m} Länge und im Mittel $28{\cdot}5^{m}$ Breite vorgenommenen Sondirungen (es wurden circa 1500 Sonden

[7]) 1878 in Nr. 28 und 29 der „Wochenschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines“ zuerst publicirt.

genommen) gaben ein ziemlich klares Bild des Grundes und liessen, bei einer herzustellenden Tiefe von 3·2^{m} unter dem Nullwasserstand, die zu sprengende Masse mit einem Cubikinhalt von circa 18.000^{cbm} erwarten. Unser Bureau, welches nur Erfahrungen über Bohrarbeiten im strömenden Wasser sammeln, durchaus aber nicht in die Reihe der Bau-Unternehmungen treten wollte, daher von vornherein die Angelegenheit ohne Rücksicht auf einen zu hoffenden Baugewinn behandelte, offerirte in der Erwartung, dass die drei unteren Riffe mit etwa 3500^{cbm} Inhalt zur Sprengung gelangen würden, die Sprengung mit fl. 8·50 per Cubikmeter; das Beseitigen der gesprengten Massen hatte die Bauleitung in eigener Regie durchführen zu lassen. Leider war die Gesammtmasse des zu lösenden Gesteines mit nur 136·42^{cbm} in Voranschlag gebracht, umfasste also nur die ganz untere Felskuppe mit circa 30^{cbm} und den äusseren Theil der grösseren Felsbank. Das k. k. concessionirte Bureau übernahm auch die reducirte Masse um den offerirten Einheitspreis (fl. 8·5 per Cubikmeter), obwohl vorauszusehen war, dass die Auslagen die Bausumme übersteigen würden.

Das Commando des k.k. Pionnier-Regimentes (Regiments-Commandant Oberst Baron Sterneck) bewilligte über Ansuchen die Beistellung eines Arbeits-Detachements und eines Ponton-Brückengliedes mit Zubehör.

Das Detachement bestand aus drei Chargen und vierzehn Pionnieren, welche die normalmässige Arbeitszulage und Mittagskost erhielten, das Brückenglied aus 17 Pontons sammt normalmässigen Ausrüstungs-Gegenständen. Die k. k. Donau-Dampfschifffahrts-Gesellschaft lieferte eine Plätte und eine Zille, beide mit Anker, Ruder etc. versehen. Von Seite unseres Bureaus für Spreng-Technik wurden Werkzeuge und Material beigestellt und die Bauleitung unserem Ingenieur Hugo Münch übertragen.

Den 14. December Früh, $^{1}/_{2}$8 Uhr, trafen die Pionniere mit ihrer Ausrüstung ein.

Aus vier Vorder- und acht Mittelpontons war ein Brückenglied gebildet, welches 22·4^{m} lang, 7^{m} breit war und dessen Pfostendecke 0·85^{m} über dem Wasserspiegel lag. Zwischen beiden Pontonreihen blieb ein Arbeitsraum von 10·4^{m} Länge und 3·2^{m} Breite.

Dieses Brückenglied ward ober der unteren Felskuppe aufgestellt, gegen das Ufer durch zwei lange Ennsbäume verspreizt, stromauf verankert und vom Steuer- und Kranzeltheil aus durch Ankertaue und Drittel am Lande vertäut. Ein dreitheiliges Ponton bildete ein Mittelglied zu einem Gehwege vom Ufer auf die Arbeitsbrücke.

Das Bohren begann, sobald die Dampfrohr-Leitung von der Plätte bis auf das Brückenglied geleitet war.

Die grosse Stein-Bohrmaschine, System Burleigh, lag auf dem Dreifuss-Gestell, dessen Füsse fest niedergeschnürt waren.

Die Hand-Bohrmaschinen wurden mittelst ihres Befestigungs-Bolzens an einem Balken angeschraubt und dieser fest verklammert; stets war der Griff am oberen Ende der Führungsstange angebracht.

Um die starke Vibration der Bohrer, verursacht durch die Strömung, hintanzuhalten, wurde vor jedem Bohrer entweder eine hölzerne Rinne oder ein Winkeleisen, bis auf den Grund reichend. aufgestellt, dadurch stand der Bohrer im todten Wasser. Die grosse Burleigh'sche Bohrmaschine arbeitete nicht genügend, da das der Kälte halber massenweise sich bildende Condensations-Wasser die Bewegung des Arbeitskolbens und der Steuerung hemmte. Leider stand kein transportabler Luft-Compressor zur Verfügung, sonst hätte die grosse Bohrmaschine (welche in Triest beim Hafenbaue vorzüglich gearbeitet hatte), sicher sehr gute Dienste geleistet. Die Bohrmaschine Schram & Mahler war leider noch nicht fertig gestellt, das Bohren ward demnach mit vier Hand-Bohrmaschinen fortgesetzt und eine fünfte Maschine schon im Voraus in Bereitschaft gehalten. Die Eintheilung der Arbeits-Mannschaft war folgende:

1 Aufseher und 1 Feldwebel zur Aufsicht,
1 Corporal, 1 Gefreiter bei je 2 Bohrmaschinen zum Einstellen der Bohrer und zum Auswechseln derselben, sowie zum Herrichten der fünften Reserve-Bohrmaschine,
13 Pionniere
3 Civilarbeiter } je 4 an 4 Bohrmaschinen, indem per Bohrmaschine 2 Mann bohrten und nach 10 Minuten von den beiden anderen abgelöst wurden.
1 Pionnier diente zu Botengängen etc.

Die vergeblichen Anstrengungen, die Burleigh'sche Bohrmaschine in guten Gang zu bringen, hatten drei Tage die ganze Arbeit gehemmt und erst am 18. December Nachmittags waren die sieben dort für nöthig erachteten Bohrminen mit einer Gesammttiefe von 7·902^{m} fertig.

Der Minen	Nummer	I	II	III	IV	V	VI	VII
	v. Nullwasser: Beginn	1·817	1·659	1·764	1·580	2·105	2·212	1·975
	v. Nullwasser: Tiefe	2·923	2·686	3·002	3·081	3·160	3·259	2·923
	Bohrungstiefe	1·106	1·027	1·238	1·501	1·055	1·027	0·948

Das Laden dieser Bohrminen konnte indessen nicht vorgenommen werden, die Bohrlöcher waren total versandet. Des anderen Morgens wurden die Bohrungen durch Auspumpen gereinigt und das Laden begann. Es wurde nämlich über eine im Bohrloche steckende Stange ein 53^{mm} weites Gasrohr geschoben und durch dieses hindurch, nach dem Herausziehen der Stange, das Laden der Minen bewirkt; die letzten drei Patronen waren durch einen Blechstreifen an die Holzstange befestigt und wurden mit dieser, an die auch die Drähte des elektrischen Zünders angebunden waren, in das Bohrloch hinabgeschoben, sodann die Stange durch eingetriebene Keile festgehalten. Nach dem Laden wurden die Verbindungsdrähte der Minen aneinander gereiht, die Leitungsdrähte mit den beiden Endminen verbunden und das Brückenglied stromauf gezogen.

Beim Zünden, was vom Ufer aus in einer Entfernung von 120^{m} geschah, stieg eine circa 6^{m} hohe Wassergarbe auf, die Detonation war nur schwach hörbar.

Die Felskuppe war total zerrissen und gespalten.

Noch am 19. December ward das Brückenglied ober Profil 17 aufgestellt, am 20. December das Bohren daselbst begonnen und auf die früher beschriebene Weise fortgesetzt. Durch das Anfahren einer Steinplätte ward ein grösserer Aufenthalt verursacht, indem dabei zwei Hand-Bohrmaschinen gebrochen und das Brückenglied stark verschoben wurde.

Am 23. December war die Bohrmaschine Schram & Mahler angelangt und wurde sofort verwendet. Diese Maschine (Nr. II) bohrte in einer Wassertiefe von $1{\cdot}765^{m}$ unter Null binnen zwei Stunden das Bohrloch Nr. XV mit einer effectiven Tiefe von $1{\cdot}737^{m}$ ($3{\cdot}502^{m}$ unter Null), hiebei ist ein viermaliger Bohrerwechsel etc. eingerechnet.

Am 24. December Vormittags wurden fünfzehn Minen mit einer Gesammttiefe von $23{\cdot}595^{m}$ fertig gebohrt.

Den 25. December war die Arbeit ausgesetzt und erst am 26. December wieder begonnen.

Die Munition war bereits complet hergestellt und bei strömendem Regen begann Mittags das Laden der Minen. Ausser den fünfzehn Bohrminen wurden noch zwei frei liegende Ladungen versenkt und um 4 Uhr Nachmittags konnte gezündet werden. Alle siebzehn Minen explodirten, eine circa 8^{m} hohe, diesmal mit Steinen untermengte Wassergarbe auftreibend.

Mittlerweile aber war die Witterung gänzlich umgeschlagen und starker Frost mit Eisrinnen eingetreten.

Bis zum 27. Mittags waren vier Minen ($5{\cdot}206^{m}$) gebohrt, konnten aber nicht geladen werden, da dieselben gänzlich vereisten.

Der Minen			
Nummer	Vom Nullwasser: Beginn	Vom Nullwasser: Tiefe	Bohrungstiefe
I	1·896	3·370	1·474
II	2·053	3·424	1·371
III	2·081	2·896	0·815
IV	2·397	3·686	1·289
V	2·053	3·397	1·344
VI	1·896	3·792	1·896
VII	2·186	3·397	1·211
VIII	1·921	3·633	1·712
IX	1·817	4·609	2·792
X	1·842	4·108	2·266
XI	1·896	3·502	1·606
XII	2·001	3·345	1·344
XIII	1·896	3·240	1·344
XIV	2·844	4·238	1·394
XV	1·765	3·502	1·737

Es wurden demnach im Profil 17 + 8° und Profil 19 + 1·5° je eine freie Ladung, erstere 5·25^{kg}, letztere 6·25^{kg} schwer, versenkt und gezündet. Beide Ladungen zertrümmerten das unter ihnen befindliche Gestein total und verschoben die anderen Partikel.

Das Eisrinnen zwang zum Abbrechen des Brückengliedes und ward das Pionnier-Material durch einen Dampfer nach Klosterneuburg geschleppt, die Plätte ging in den Winterhafen der Donau-Dampfschifffahrts-Gesellschaft, Maschinen und Werkzeuge nach Wien.

Die ganze Arbeit hatte gezeigt, dass mittelst der Hand-Bohrmaschine Könyves-Tóth und der grossen Bohrmaschine Schram & Mahler Felsbohrungen selbst bei höheren Wasserständen und auf grössere Tiefen von Fahrzeugen aus vorgenommen werden können.

Solche Fahrzeuge sollen eine ziemliche Länge und Stabilität besitzen, was eben am besten durch Doppelfahrzeuge erreicht wird. Das in der Zeichnung skizzirte Brückenglied, aus zwei sechstheiligen Pontons, bewährte sich ganz vorzüglich, selbst bedeutende Wellenbewegungen, wie sie häufig durch vorüberfahrende Dampfer und am 24. December durch

heftigen Wind verursacht wurden, bewirkten nur, dass das Fahrzeug zum Schwanken gebracht wurde, nie aber bleibend aus der Richtung gerieth.

Weiter entfernt vom Ufer, wo man dann keine Ennsbäume auslegen könnte, müsste das Verspreizen durch mehrere Anker und Auslegbäume geschehen.

Unser Bureau hatte von Anfang an nur die Bohrmaschine System Schram & Mahler wollen arbeiten lassen, da die Construction derselben ihre grosse Verwendbarkeit zu solchen Arbeiten zuversichtlich erwarten liess.

Diese Maschine langte aber erst am 23. December in Nussdorf an und so war der Versuchung nachgegeben worden, einstweilen die Burleigh'sche Maschine zu verwenden, die, für den Betrieb mit comprimirter Luft bestimmt, dem Andrange des durch die Kälte massenhaft erzeugten Condensations-Wassers nicht genug Abzugs-Canäle öffnen konnte und in Folge dessen stockte.

Die am 23. December zur Verwendung gekommene Bohrmaschine zeigte sich viel verwendbarer, ihre weiteren Canäle boten dem Wasser Ausweg genug und nachdem die Maschine durch den hindurchströmenden Dampf erwärmt worden war, ging das Bohren ohne alles Hemmniss vor sich, nur musste die Vorsicht beobachtet werden, bei etwaigen Stillständen (wegen Bohrerwechsel etc.) fortwährend Dampf durch die Maschine zu blasen und so das Erkalten zu hindern. Immerhin wird bei allen solchen Gelegenheiten die Verwendung von comprimirter Luft als Motor für die Bohrmaschinen der von Dampf vorzuziehen sein, kleinere transportable Compressions-Maschinen werden hiebei vorzügliche Dienste leisten.

Die Hand-Bohrmaschinen hatten Ausgezeichnetes geleistet, es waren zusammen circa 35^{m} Bohrloch von 48^{mm} Durchmesser hergestellt worden.

Mit allen Nebenarbeiten entfallen auf den Meter Bohrung (Aufseher und Feldwebel nicht in Betracht gezogen) 48 Arbeitsstunden, effectiv wurden im Profil 17—18 per Meter Bohrung $4^{3}/_{4}$ Stunden Zeit oder 31 Arbeits- und 2·38 Aufsichtsstunden in Anspruch genommen, auf Profil 19 aber 11·2 Arbeits- und 1·4 Aufsichtsstunden. Die Bohrer-Abnützung war unbedeutend, da per Meter Bohrloch-Tiefe nur 170^{g} Stahlverlust entfallen.

Das Bohrerschärfen kostete per Meter Minentiefe 54·5 kr. Die vorläufigen Sondirungen nach der Sprengung zeigten eine geleistete Sprengarbeit von 122^{cbm}, zu deren Wegräumung erst später geschritten wurde.

Die Sprengwirkung war ganz dem Voranschlage entsprechend, indem die einzelnen Minentrichter die circa dreifache Minentiefe zum Durchmesser hatten. Die Ladungen waren sehr stark gewählt, indem auf den Meter Minentiefe circa 1·100^{kg} Dynamit entfallen.

Beim Hinwegräumen der gesprengten Massen zeigte es sich, dass zum Theile Nachsprengungen nöthig wurden. Bei diesen Nachsprengungen wurde immer gesucht, die Ladung in grosse Spalten und Risse zu lagern, wodurch dieselben vorzüglich wirkten. Durch die Sprengungen gelang es, circa 225·31^{cbm} der Felsbänke zu zertrümmern, von denen jedoch nur 173·017^{cbm} abgetragen wurden.

Die Unkosten und der Munitions-Ausweis stellen sich wie folgt:

Gegenstand der Ausgabe	Betrag fl.	kr.
Die Vorarbeiten	48	50
Das Pionnier-Detachement	233	78
Die Schiffleute	113	45
Leitung, Inspicirung und Aufsicht	173	75
Materialersätze etc. an das k. k. Pionnier-Regiment	36	12
93·2^{kg} Cellulose-Dynamit à fl. 1.80	167	76
27 Schiesswoll-Zündpatronen	8	10
40 elektrische Zünder	4	—
3·11^{kg} dünnen Guttapercha-Kupferdraht	23	32
2·25^{kg} dicken „ „	15	75
1·30^{kg} Eisendraht	—	78
1·05^{kg} Guttapercha-Pasta	6	30
1·15^{kg} ordinäre Pasta	1	72
1·00^{kg} Bindfaden	1	20
1100·00^{kg} Steinkohlen	32	—
72 Holzstangen	26	—
22 Blechtafeln	2	20
260 Patronen-Blechhülsen	28	—
Materialverluste und Werkzeug-Abnützung	254	—
Transport-Auslagen	135	—
Diverse Regie-Auslagen	188	27
Zinsverlust 6% von 1500 fl. Capital auf 15 Monate	112	50
daher die Gesammt-Ausgabe	1612	50
dagegen die Bausumme für 173 017°/$_m$ à fl. 8.50 ergibt Einnahme	1470	64
daher der Bauverlust mit	141	86

Munitions-Ausweis:

Profil	Welche Sprengung bei	Bohrminen	Freie Ladungen	Einzeln			Zusammen		
				Dynamit	Zünd-Patronen	Elektrische Zünder	Dynamit	Zünd-Patronen	Elektrische Zünder
		Anzahl		Kilogr.	Stück		Kilogr.	Stück	
16 + 9° bis 17 + 9°	erste Arbeit	15	2	37·65	17	17	60·90	18	28
	Nacharbeit	—	1	5·25	1	1			
	Abräumen	—	10	18·00	—	10			
18 + 9·5° bis 19 + 2·5°	erste Arbeit	7	1	12·80	8	8	32·30	9	11
	Nacharbeit	—	1	12·50	1	1			
	Abräumen	—	2	7·00	—	2			
				Summe . . .			93·20	27	39

Nachdem die grosse Felsbank bei Profil 16 + 9° bis 17 + 9° und die kleinere bei Profil 18 + 9·5° bis 19 + 2·5° zusammen 225·310^{cbm} gesprengte Masse zeigen, so entfallen per Cubikmeter circa 0·414^{kg} Dynamit oder andererseits per Quadratmeter gesprengte Fläche 0·450^{kg}.

Ferner entfallen per 5·78^{cbm} gesprengte Masse: eine Mine.

Zieht man, wie dies nothwendig ist, nur die abgeräumte Masse in Betracht, so entfallen per Cubikmeter fl. 9·32 ö. W. an Sprengungsunkosten.

Es unterliegt gar keinem Zweifel, dass, wenn die projectirten 3500^{cbm} zu sprengen gewesen wären, unser Bureau mit dem offerirten Preise von fl. 8·50 das Auslangen gefunden hätte, auf einen Gewinn war von vornherein nicht gezielt; die Reduction der Masse hätte aber einen erhöhten Einheitspreis (mindestens fl. 15 per Cubikmeter) zur Folge haben sollen.

Eine Bau-Unternehmung, welche theuerere Arbeiter halten müsste, die das Schiffbrücken-Materiale erst anzuschaffen hätte, würde eine derartige Arbeit, selbst ein Quantum von 3000^{cbm} angenommen, nicht unter fl. 12 per Cubikmeter übernehmen können. Das Abräumen des gesprengten Materiales ist auch hier nicht in Rechnung gezogen und

wäre dies so wie die Entfernung alter Steinwürfe zu betrachten, obwohl das Erfassen gesprengter Steine leichter geht, als das von Steinen, die zu alten Strom- oder Uferbauten gehören.

Die Zeichnung zeigt die Schichtenpläne der beiden Felskuppen bei Profil 16—17 und bei 19. Ferner die Profile jener Riffe, deren schraffirter Theil die Verschiebung der Massen direct nach der ersten Sprengung bezeichnet. Die Trennungen erstreckten sich in der grossen Bank weit nach rückwärts, gegen das Ufer zu, bei der kleinen Bank sehr stark in die Tiefe.

Die Tabelle auf Seite 70 enthält die Sonden der Profile stets von rechts gegen links genommen vor der Sprengung und die gewonnenen Tiefen nach dem Abräumen des gesprengten Materiales.

Submarine Holzsprengung.

(Hiezu gehören die Fig. 39 und 40.)

Die k. k. Wiener Donaucanal-Inspection übertrug im Jänner 1877, wie schon früher mehrfach geschah, unserem Bureau die Sprengung mehrerer Baumstöcke, die sich im Canale eingelagert hatten und erhebliche Schifffahrts-Hindernisse dort bildeten.

Zwei der grössten Baumstämme (Eichen), von deren Hinwegschaffung hier die Rede sein soll, lagen schon lange Zeit im Wasser. Der kleinere Stamm erhielt eine Ladung von $3{\cdot}8^{kg}$ Dynamit Nr. I. Die Explosion zerstörte den Stamm total. Die Stücke schwammen stromab. Der grössere dieser Stämme war vollkommen mit Wasser gesättigt und überdies waren beide stark im Grunde verwurzelt.

Der kleinere Stamm, $2{\cdot}1^{m}$ lang und von $1{\cdot}05^{m}$ Durchmesser, befand sich nahe der Canalmitte, circa 300 Schritte oberhalb der Staatseisenbahnbrücke, mit dem Wurzelknoten stromauf gelagert, wobei der höchste Punkt dieses Wurzelendes $1{\cdot}4^{m}$ und der des Stammendes $1{\cdot}8^{m}$ unterhalb des Wasserspiegels lag.

Der grössere Stamm war in einer Entfernung von circa 1500 Schritte unterhalb der Staatseisenbahnbrücke, mit seiner Achse senkrecht auf die Achse des Wiener Donaucanals (quer über die Flussbreite) in sehr starker Strömung befindlich und zur Hälfte in das Flussbett eingelagert. Der Wurzelknoten befand sich in $1{\cdot}3^{m}$, das Stammende $1{\cdot}6^{m}$ Wassertiefe; die Länge dieses Stammes betrug 8^{m}, der mittlere Durchmesser $1{\cdot}7^{m}$. Dieser Stamm erhielt zwei Ladungen à 6^{kg} Dynamit Nr. I, welche an eingeschlagenen Pflöcken stromaufwärts neben dem Stamme hinabgelassen wurden.

Profil	vom Ufer	Sonde
	0	Meter
17 + 0°	12·5	2·212
	13·0	1·896
	13·5	2·053
	14·0	1·896
	14·5	2·133
	15·0	2·844
17 + 1°	12·5	2·133
	13·0	1·976
	13·5	2·133
	14·0	2·369
	14·5	2·608
	15·0	2·844
17 + 2°	12·5	2·133
	13·0	2·053
	13·5	2·292
	14·0	2·449
	14·5	2·608
	15·0	2·688
17 + 3°	12·5	2·133
	13·0	1·737
	13·5	2·133
	14·0	2·212
	14·5	2·449
	15·0	3·160
17 + 4°	12·5	1·976
	13·0	1·896
	13·5	1·817
	14·0	2·292
	14·5	2·369
	15·0	3·001
17 + 5°	12·5	1·737
	13·0	1·976
	13·5	1·737
	14·0	1·896
	14·5	2·369
	15·0	2·924
17 + 6°	12·5	1·896
	13·0	1·896
	13·5	1·976
	14·0	2·133
	14·5	2·685
	15·0	3·240
17 + 7°	12·5	1·660
	13·0	1·737
	13·5	2·449
	14·0	2·765
	14·5	2·765
	15·0	2·765
17 + 8°	12·5	1·737
	13·0	1·896
	13·5	2·844
	14·0	2·844
	14·5	3·001
	15·0	3·160
19 + 0°	7·0	3·476
	7·5	2·844
	8·0	1·976
	8·5	1·737
	9·0	1·896
	9·5	3·633
	10·0	4·029
19 + 0·5°	7·0	3·001
	7·5	2·212
	8·0	1·817
	8·5	1·660
	9·0	1·660
	9·5	3·397
	10·0	3·240
19 + 1·0°	7·0	3·556
	7·5	2·292
	8·0	1·660
	8·5	1·501
	9·0	1·817
	9·5	3·240
	10·0	3·633
19 + 1·5°	7·0	2·369
	7·5	1·896
	8·0	2·292
	8·5	2·133
	9·0	3·081
	9·5	3·397
	10·0	3·556
19 + 2·0°	7·0	3·476
	7·5	2·133
	8·0	2·053
	8·5	2·369
	9·0	2·765
	9·5	3·397
	10·0	3·792

Im Mittel gewonnene Tiefen	
17, 0 — 8	**3·325**
19, 0 — 2	**3·325**

Die Zündung beider Ladungen geschah elektrisch und gleichzeitig. Die Explosion trieb eine circa 10^m hohe mit Kies, Schlamm und Holzstücken gemengte Wassergarbe auf, die grösseren Stücke des gänzlich zerstörten Stammes wurden vom Wasser in den stromabwärts neben dem Stamme befindlichen tiefen Kulk gewälzt und hier mit Kies und Schlamm bedeckt. Die Sondirungen zeigten an der Stelle, wo sich der Stamm befunden hatte, $3{\cdot}5^m$ unter Null.

Die in beiden Fällen verwendeten Sprengbüchsen waren aus Weissblech erzeugt, erhielten eine Schiesswoll-Zündpatrone und elektrischen Zünder für submarine Zwecke. Als negative Leitung diente Guttapercha-Kupferdraht, besondere Rückleitung (positive) war keine verwendet, indem einfach nur ein Drahtstück aus der (letzten) Sprengbüchse in's Wasser ragen gelassen wurde, desgleichen war auch die Rückleitung von der Zündmaschine in das Wasser geführt.

Die ganze Arbeit hatte $3^1/_2$ Stunden in Anspruch genommen und war jedenfalls billiger durchgeführt als mittelst Hebung durch Winden, und welcher Vorgang speciell bei dem grossen Stamme kaum durchführbar gewesen wäre.

Weiters sind zwei Piloten nächst der Stadlauer Brücke durch angelegte 1^{kg} schwere Patronen am Grunde des unterhalb befindlichen Kulkes abgebrochen worden.

Riesenminen für die Steingewinnung zum Hafenbau von Fiume. (Fig. 91 und 92.)

Der Gefälligkeit des Herrn Sivel, Chef-Ingenieur der früheren Hafenbau-Unternehmung in Fiume, verdanken wir folgende Mittheilung:

Der Steinbedarf für die Hafenbauten betrug täglich circa 4000 Tonnen, und waren vier Kategorien Steine im Gewichte von 100, 100—1300, 1300—4000 und von 4000^{kg} aufwärts zu liefern. Theils das Verhältniss der vier Kategorien zu einander, theils die Beschaffenheit der Steinbrüche zu Zurkovo und Matinchizza zwang zur Anwendung grosser Minen.

Bei niederen Wänden wurden möglichst tiefe Minen mittelst Bohrmaschine hergestellt und durch Dynamit Nr. I Kammern ausgeweitet; die eigentliche Ladung der Minen erfolgte dann mit Dynamit Nr. III oder IV (alte Numerirung).

Waren die Wände hoch (es kamen Höhen von über 40^m vor), so wurden Kammerminen angelegt und meist zwei oder drei solcher Kammern gleichzeitig gesprengt. Die Ladungen dieser Kammern sind wahre Riesenladungen,

indem die Explosivstoffe in Mengen von 2000—9000^{kg} per Kammer zur Verwendung gelangten.

War das Gestein sehr fest und geschlossen, so verwendete die Unternehmung Minenpulver, war dagegen das Gestein zerklüftet und lassig, so wurde Dynamit Nr. IV verwendet, da das Pulver in den Lassen und Klüften wirkungslos verpuffen würde. Die für die Unternehmung ausnahmsweise Billigkeit des Minenpulvers liess dieselbe von der steten Verwendung des Dynamits absehen.

Die Ladungen von Dynamit und Pulver verhielten sich bei gleicher Kammerlage wie 1 : 4.

Die in der Zeichnung (Fig. 91 u. 92) dargestellte zweikammerige Riesenmine Nr. 39 und 40 in sehr geklüftetem Gestein enthielt 2250^{kg} Dynamit Nr. IV per Kammer, jede mit zehn Zündherden von je 2·5^{kg} Dynamit Nr. I versehen.

Die gleiche Sprengung der Kammern Nr. 37 und 38 hatte per Kammer 9000^{kg} Minenpulver, 10^{kg} feines Jagdpulver und 10^{kg} Dynamit Nr. I als Zündherde erfordert.

Bei den mit Pulver geladenen Kammern wird ein Hohlraum von einem Zehntel der Cubikmasse der Ladung frei gelassen, beim Dynamit dagegen wird jeder Hohlraum der Kammer, der nicht durch die Ladung ausgefüllt wird, vermauert. Das Dynamit kommt in Kisten zu 25^{kg} (gefüllt mit zehn ziegelförmigen, in Pergamentpapier gehüllten Dynamitpacketen) zur Verladung und werden nur die Deckel der Kisten geöffnet.

Gezündet wird elektrisch, und zwar sind per Kammer 4—10 Zündherde und eine Reserve-Drahtleitung eingefügt.

Trotz der bedeutenden Ladungen und der klüftigen Beschaffenheit des Felsens fand dennoch kein Schleudern der gelösten Massen statt.

Beim Herstellen der Stollen, Brunnen und Kammern ist ausschliesslich Dynamit verwendet worden und der Dynamit-Verbrauch per Cubikmeter an ausgebrochenem Material stellte sich auf 1·10^{kg}, wovon 0·35^{kg} Dynamit Nr. I und 0·65^{kg} Dynamit Nr. IV waren.

Der Brunnen und ein Drittel des Stollens wurden mit Mörtelmauerwerk, der übrige Theil des Stollens mit Trockenmauerwerk verschlossen.

Die Pulverkammern der Sprengung Nr. 37—38 hatten einen Hohlraum von 28^{cbm}, jene der Dynamitkammern für Sprengung Nr. 39—40 nur von 5^{cbm}.

Die beiden Kammern (39 und 40) lieferten 9800^{cbm} brauchbares Gestein der Eingangs erwähnten Kategorien, es entfallen dabei:

auf die Herstellung von Stollen, Brunnen und Kammern 890kg
auf die Kammerladungen 4500kg
Summa . 5390kg

oder per Cubikmeter gebrochene Steinmasse 550 g.

Bei einer gleichen Kammermine mit Sprengpulver entfallen:

auf die Herstellung der Stollen, Brunnen und Kammern . . 1400kg
auf die Kammerladungen . . . 18.000kg
Summa . 19.400kg Schwarzpulver,

welches ein Sprengeffect von 9100cbm Gestein lieferte. Es entfallen somit per Cubikmeter Gestein 2021g Schwarzpulver.

Sprengung in der Drau zur Herstellung eines Pfeiler-Fundamentes.

(Fig. 93.)

Die Herstellung der Eisenbahnbrücke nächst Unterdrauburg erforderte für den Pfeiler V nächst dem linken Ufer eine Felsabtragung von 1m unter dem Nullwasserstand, deren Abtragshöhen zwischen 0·10m und 3·20m schwankten und auf eine Fläche von 11·25m Länge bei 5·75m Breite vertheilt waren. Der Felsen war ein ziemlich fester quarzreicher Thonschiefer. Die fortwährend namentlich in den Monaten Juni bis August herrschenden Hochwässer der Drau — 1·80 bis 2·40 über Null — hatten die Fundamentirungsarbeiten ungebührlich verzögert, so dass der General-Bauunternehmer Redlich die Fundirung des Pfeilers V dem Subunternehmer abnahm und durch seine eigenen Ingenieure durchführen liess. Um die nöthigen Sprengarbeiten einzuleiten, sendete unser Bureau den Ingenieur Münch nach Drauburg und dort ward die Abtragung des Felsgrundes durch frei aufgelegte Ladungen beschlossen, da der Versuch, Bohrlöcher anzulegen, wegen steter Versandung misslang. Es wurden nur vier im Trockenen ausführbare Bohrminen angelegt.

Schon der erste Versuch mit 5 Sprengbüchsen à 5kg Ladung zeigte ein ungemein günstiges Resultat. Das Bohrloch A mit 2·5kg Sprenggelatine und die Sprengbüchsen 6 bis 9 mit je 1·5kg Dynamit Nr. I hatten den Zweck, den Platz zu ebnen, so dass die später nothwendige Baggerarbeit vorgenommen werden konnte. Die zweite Sprengung mit den Büchsen 10 bis 28, von denen 10 bis 21 und 25 bis 28 je 1·5kg, dagegen 22 bis 24 je 3kg Dynamit Nr. I als Ladung erhielten, ermöglichte eine ausgiebige Baggerung.

Das Versenken der Büchsen geschah an durch Steine beschwerten Holzstangen, die Zündung elektrisch. Die Explosion warf eine ungemein hohe, mit Steintrümmern gemischte Wassersäule auf, die Streuung erstreckte sich im Maximum auf 80^{m} Distanz.

Die dritte Sprengung, welche die Sprengbüchsen 29 bis 49 à $1{\cdot}5^{kg}$ und 50 bis 57 à $2{\cdot}5^{kg}$ Dynamit Nr. I umfasste, streute bedeutend mehr, so dass einzelne Steine bis 150^{m} vom Explosionsort weggeschleudert wurden.

Die vierte Sprengung mit den Büchsen 58 bis 67 à $2{\cdot}5^{kg}$ und 68 bis 70 à 5^{kg}, sowie den Bohrminen B C D à $7{\cdot}5^{kg}$ beendete die Hauptsprengarbeiten und blieben nur noch einzelne kleine Sprengungen vorzunehmen.

Es wurden Alles in Allem 250^{kg} Dynamit und 95 Stück elektrische Zünder verwendet, mit denen circa 150^{cbm} Felsen gelöst wurden, demnach entfallen per Cubikmeter Felslösung $1{\cdot}670^{kg}$ Dynamit und 0·63 elekrische Zünder.

Herrn Bauunternehmer Redlich gebührt das Verdienst, der Erste gewesen zu sein, der die Ausführbarkeit solcher Sprengarbeiten anerkannte, und entschlossen zu ihrer Anwendung schritt.

Sprengung eines eisernen Schiffes auf der Save.

(Fig. 94a, b, c.)

Dicht unterhalb der Drinamündung, unweit des österreichischen Fort Racza, strandete auf einer Sandbank im August 1875 ein grosses eisernes, mit Kohlen beladenes Schleppschiff. Von der dort ziemlich starken Strömung mit der Längenmitte auf die schmale Bank aufgedrückt, hatte es sich endlich quer in die Strömung gestellt und war gebrochen.

Die Beseitigung des Wraks erschien dringend geboten, da es die ganze Schifffahrt hemmte. Das Schiffs-Inspectorat zu Semlin beantragte deshalb die Sprengung des Schiffskörpers und übertrug die Direction der Donau-Dampfschifffahrts-Gesellschaft uns die Ausführung, zu welcher wir unseren Ingenieur Münch designirten.

Am 4. September, dem Tage, an welchem die Arbeiten am Wrak begonnen wurden, fand das Oeffnen des Deckes bei *g* und *f* durch je $0{\cdot}84^{kg}$ schwere Spreng-Patronen statt.

Die zur Hauptsprengung laborirte Munition bestand aus:

2 St.	je $5{\cdot}30^{m}$ lange, 40^{mm} weite Blechrohre à 8^{kg}	$= 16{\cdot}00^{kg}$	Dynamit Nr. I.
13 St.	Sprengbüchsen à 5^{kg}	$= 65{\cdot}00^{kg}$	
8 St.	Sprengbüchsen à 4^{kg}	$= 32{\cdot}00^{kg}$	
23	Ladungen im Gesammtgewichte von	$113{\cdot}00^{kg}$	

Die Vertheilung war folgende:

Im Mittelmagazine A: 2 Ladungen à 8^{kg}., 6 Ladungen à 4^{kg}., zusammen 40^{kg}.

„ Seitenmagazine B: 4 Ladungen à 5^{kg} (hievon zwei gekuppelt), zusammen 20^{kg}.

„ Seitenmagazine C: 4 Ladungen à 5^{kg} (hievon zwei gekuppelt), zusammen 20^{kg}.

„ Cajüten-Raum D: 1 Ladung à 5^{kg}, zusammen 5^{kg}.

Unter dem Schiffsboden 2 Ladungen à 5^{kg}, zusammen 10^{kg}.

Zusammen also 19 Ladungen mit 17 Zündpunkten und im Ganzen 95^{kg} Dynamit Nr. I.

Das Hinabsenken der Ladungen geschah an Stangen, da ein Taucher nicht zu Gebote stand und dieser der starken Strömung halber auch nicht hätte arbeiten können.

Nachmittags $1^{3}/_{4}$ Uhr erfolgte vom Ufer aus die Zündung. Alle 23 Ladungen explodirten und mit Ausnahme des am höchsten aus dem Wasser ragenden mittleren Magazines war das Schiff vollständig zerstört. Eine Stunde nach der Sprengung passirten Dampfer und Schleppschiffe die früher gesperrt gewesene Stelle sowohl in der Berg- als auch in der Thalfahrt. Am 8. September wurden 2 Ladungen à 4^{kg} und 2 à 5^{kg}, zusammen 4 Sprengbüchsen mit 18^{kg} Dynamit an den Ueberresten des Wraks versenkt und gezündet, welche die letzten Theile des Schiffes zertrümmerten und das Strombett vollkommen freimachten.

Im Mittel war bei dieser Sprengung 1^{kg} Dynamit auf 4^{cbm} Magazin-Raum entfallen.

Die Unkosten dürften 700 fl. kaum überschritten haben.

Massensprengungen im Trifailer Kohlenwerke.[8])

Die Trifailer Kohlenwerks-Gesellschaft hat in ihren grossen Kohlenwerken verschiedene Verbesserungen eingeführt; eine dieser Verbesserungen ist die Einführung der Massensprengungen im Abraum, über welche schon in den Jahren 1877 und 1878 Versuche abgeführt und an der Hand der dabei gemachten Erfahrungen im grösseren Masse im Jahre 1879 fortgesetzt worden sind. Man wähle hiezu die Partien der höheren Hangendschichten, welche aus festeren, zähen, etwas kalkhältigen Thonmergeln bestehen und die vordem mit Krampen und Keil und kleinen vereinzelten Sprengungen weggethan wurden.

Zwei untereinander liegende Etagen von 6 bis 8^{m} Höhe wurden zunächst auf eine ebensolche, besser noch $1^{1}/_{2}$fache Breite zugetrieben, um für die obere, zu sprengende Etage

[8]) Nach einer Mittheilung der Oesterreichischen Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen.

hinter der Vorgabe für die Sprengung noch den Raum für das intact zu haltende Etagengeleise und für die untere den zur Aufnahme der gesprengten Massen wie zu deren bequemen Wegschaffung erforderlichen Raum zu gewinnen. Vom äusseren Rande der oberen Etage wurden 0·7 der Etagenhöhe nach einwärts eine Reihe von Bohrlöchern senkrecht und mit 13^{cm} Weite abgestossen, welche von den beiden Enden des zu sprengenden Gesteinkörpers 0·7 der Etagenhöhe und untereinander das 1$^1/_2$fache derselben entfernt angesteckt und auf eine Tiefe von 0·7 der Etagenhöhe gebracht wurden. Dieser Coëfficient entspricht der ermittelten Ab- und Rückwärtswirkung für Sprengungen im Trifailer Mergel. Als Sprengmaterial wird Dynamit Nr. II von Mahler und Eschenbacher verwendet, von dem pro 1^{cbm} Vorgabe je nach Festigkeit, Schichtung und Zerklüftung 80 bis 110^g dosirt wurden.

Zur Aufnahme der Ladung ist an jeder Bohrlochsohle eine kleine Kammer ausgesprengt worden, wozu in der Regel 500^g Dynamit auf einmal in das Bohrloch geworfen und mittelst nachgeworfener, durch Zündschnur entzündeter Zündpatrone zur Explosion gebracht werden. Nach dem Volumen des ausgelöffelten Materials wurde die Grösse des so erzeugten Hohlraumes beurtheilt und dieses Verfahren so lange wiederholt, bis die Kammer zur Aufnahme von mindestens der halben Ladung gross genug schien.

Das Dynamit wurde in das Bohrloch in kleinen Partien eingetragen, dazwischen mit hölzernem Ladstock zusammengedrückt, um die Kammer möglichst mit Dynamit auszufüllen.

Auf die Ladung wurde der Zündstab gesetzt und hierauf das Bohrloch mit trockenem, leichtem Besatz bis zur Mündung desselben vorsichtig angestaucht.

Der Zündstab wurde aus Fichtenholz angefertigt und diente zur Aufnahme der Zündpatrone und der elektrischen Leitungsdrähte, welche zur Vorsicht immer doppelt am Fusse des Zündstabes mit demselben durch Draht verbunden wurden. Ausserdem wurde noch eine gewöhnliche Bickford'sche Zündschnur am Stabe befestigt, um versagte Schüsse nachträglich wegthun zu können. Der Zündstab hat eine solche Länge, dass er etwa $^1/_2{}^m$ über die Bohrlochmündung hervorragt; sämmtliche Zündstäbe wurden dann untereinander und mit einem elektrischen Zündapparate verbunden und nachdem alles fertig gestellt war, zur Entladung geschritten. Diese erfolgte unter dumpfer Detonation und einer einem Erdbeben ähnlichen Erschütterung. Der zu sprengende Gesteinskörper wurde zunächst anscheinend ruhig gehoben, ohne dass ein starkes Herumschleudern von Steinen stattfand, worauf die gehobenen Massen als Trümmerhaufen

in sich zusammensanken. Bei solchen, in den meisten Fällen sehr gut gelungenen Sprengungen wurde nach den Erklärungen des Herrn Directors Hertle nicht nur die Vorgabe auf die eben geschilderte Art dislocirt, sondern ausserdem das Gestein hinter der Vorgabe noch vielfach und tief in sein Inneres zerklüftet und zerrissen.

Nach einer von Herrn Hertle verfassten Tabelle über die Resultate der im Jahre 1879 ausgeführten Massensprengungen betrug die sämmtliche Vorgabe 29·095^{cbm}, der zufolge Rück- und Abwärtswirkung erzielte Mehrausschlag 13·472^{cbm}, so dass von der Gesammtbewegung 68·4% auf ursprüngliche Vorgabe und 31·6% auf Rück- und Abwärtswirkung entfallen.

Von den Gesammtkosten, welche pro Cubikmeter bewegten Abraumes 27·940 kr. betrugen, entfallen auf:

Bohrarbeit	1·336 kr.
Sprengmateriale	9·136 „
Diverse Nebenarbeiten u. Gezähe-Reparaturen	0·794 „
Verführung des Abraums auf die Halden	16·674 „

Letztere erfolgt in Eisenbahnwägen auf circa 300—400^{m} Distanz.

Von der gesammten darauf verwendeten Schichtenanzahl, die 5979$^{1}/_{2}$ beträgt, entfallen auf:

Bohrarbeit	377$^{1}/_{4}$	oder 6·3%
Diverse Nebenarbeit	204	„ 3·4%
Verführung	5398$^{1}/_{4}$	„ 90·3%

Die Leistung betrug pro Kopf und Schicht inclusive Lohn und Nebenarbeiten 7·121^{cbm}; der Schichtenverdienst 1 fl. 31·36 kr.

Zum Vergleiche mit der gewöhnlichen Abraumarbeit führte Herr Hertle an, dass bei dieser letzteren im Jahre 1878 auf denselben Etagen und unter denselben Gesteinsverhältnissen die Kosten pro Cubikmeter Abraum 34·2425 kr. betragen haben, und zwar entfallen auf:

Sprengmateriale	2·2062 kr.
Gezähe-Reparatur	0·5252 „
Arbeitslöhne	31·5138 „

Die Leistung betrug pro Kopf und Schicht 2·9415^{cbm}, der Durchschnitts-Schichtenverdienst der Arbeiter 92·70 kr.

Es ergab sich sonach bei den Massensprengungen eine Ersparniss von 6·3043 kr. pro 1^{cbm} Abraum, die Leistung wurde um mehr als das Doppelte gesteigert.

Die Steigung der Leistung betrug nämlich 142·091% und der Schichtenverdienst der Arbeiter steigerte sich um 41·7%.

Den höheren Schichtenverdienst bei den Massensprengungen erklärt Herr Hertle damit, dass hiefür durchwegs Arbeiter besserer Kategorie verwendet wurden, um die Einführung zu erleichtern und Unglücksfällen vorzubeugen, was auch vollkommen gelang.

Auf Grund dieser günstigen Resultate wurden daher die Massensprengungen im Abraumbetriebe current eingeführt und dieselben auch auf solche Abraumpartien ausgedehnt, deren Materiale ein leichteres ist und aus mehr thonigen Mergeln besteht. Nachdem aber hierfür das Dynamit Nr. II ein zu brisantes und theueres Sprengmateriale wäre und unter dessen Anwendung der ökonomische Vortheil der Massensprengung gegenüber gewöhnlicher Abraumarbeit verloren gehen würde, so wird das billigere Dynamit Nr. III verwendet, das sich nach mehrfachen Versuchen, auch mit verschiedenen Sprengpulversurrogaten, für die Trifailer Verhältnisse als das zweckentsprechendste Sprengmateriale erwiesen hat.

Ueber die Kosten der Sprengungen mit diesem Sprengstoffe in leichtem Materiale erklärt Herr Hertle, noch nicht in der Lage zu sein, sichere Daten zu bringen; soviel stehe aber indess heute schon fest, dass die Arbeitsleistung auch hier eine bedeutend höhere als bei gewöhnlicher Abraumarbeit sei, so dass mit einer bestimmten Arbeiterzahl ein bestimmtes Abraumquantum in weit kürzerer Zeit mit Massensprengungen als auf gewöhnliche Art bewegt und daher diese Arbeit in den günstigeren Sommermonaten bewältigt werden könne.

Die Gesammtmenge des in einem Jahre auf sämmtlichen Tagbauen zu bewegenden Abraums beträgt durchschnittlich 300.000^{cbm}, die dazu verwendete Arbeiterzahl circa 300 im Jahresdurchschnitte oder 600 während der sechs Sommermonate. Die jährliche Kohlenproduction in den Trifailer Tagbauen 225.000 bis 240·000^{t}, d. i. 75 bis 80% der Gesammtproduction. Hiezu sind circa 500 Arbeiter, darunter circa 200 Häuer, verwendet, während ungefähr 250 in der Grube arbeiten, wo 45.000 bis 60.000^{t} Kohle mittelst Querbau und Versatz gewonnen werden.

Eine Massen-Sprengung in Kohle, bei welcher der berg- und hüttenmännische Verein für Steiermark und Kärnten anwesend war, zeigte folgendes Resultat:

Es waren 10 Bohrlöcher niedergebracht mit je 3·6^{m} Tiefe.

Die Längen-Ausdehnung der Sprengung betrug 39·95^{m}.

Die Ladung bestand aus 15·7^{kg} Dynamit Nr. II und 49·3^{kg} Dynamit Nr. III.

Die Cubatur der Vorgabe war 439^{cbm}.

Das Kohlen-Quantum, welches durch die Sprengung sammt Rückschlag gewonnen wurde, betrug, beiläufig ge-

schätzt, 600^{cbm} 400^{t} Stückkohle, 200^{t} Hauwerk, aus welchen circa 150^{t} Grieskohle gewonnen werden.

Zwei Massen-Sprengungen im Abraum-Materiale des Tagbaues.

Die erstere dieser beiden Sprengungen fand in widersinnig einfallenden leichten Thonmergeln statt.

Es waren 17 Bohrlöcher, jedes mit einer Tiefe von 8^{m} und 0·17^{m} Durchmesser angebracht.

Die Längen-Ausdehnung der Sprengung betrug 135^{m}.

Die Ladung bestand aus 1100^{kg} Dynamit Nr. III und 138^{kg} Dynamit Nr. II.

Die Cubatur der Vorgabe . . . . 7323^{cbm}
„ „ „ Rückwirkung circa 3000^{cbm}

Die zweite Massen-Sprengung am Tagbaue Nr. 1, welche im lettigen Thon mit eingeschwemmten Knauern von mittelfestem Korallenkalke vorgenommen wurde und deshalb besonders instructiv war, weil dieselbe in einem Materiale von ungleicher Widerstandsfähigkeit stattfand, hatte:

9 Bohrlöcher von je 6^{m} Tiefe und 0·17^{m} Durchmesser.

Die Länge der Sprengung betrug 68^{m}.

Die Cubatur der Vorgabe . . . . 2762·6^{cbm}
„ „ „ Rückwirkung circa 1200^{cbm}.

Der Eindruck, welchen die Massen-Sprengungen unter den Zusehern hervorrief, war ein überwältigender. Es war ein imposanter Anblick, wie unter dumpfem, den Erdboden zum Zittern bringendem Gedröhne die Felsmassen sich verschoben und die Scenerie änderte.

Mauerwerks-Sprengung im Prater.[9]

(Fig. 95.)

Im Jänner 1877 erhielt unser sprengtechnisches Bureau die Aufforderung, die Demolirung des östlich vom Lagerhause der Stadt Wien gelegenen ehemaligen Turbinenhauses der Ausstellung von 1873 mittelst Sprengung vorzunehmen. Das k. k. technische und administrative Militär-Comité übernahm diese Demolirung aus dem Grunde, um dabei einige noch ausständige Daten über Mauerwerks-Sprengungen zu gewinnen und führte die Sprengungen am 9., 12. und 16. Jänner aus.

Die Gebäude bestanden aus 4 Jahre altem, festem Beton (Cement zum Schotter wie 1 : 5). Als Sprengmittel diente Kieselguhr-Dynamit Nr. I in Handelspatronen und waren dieselben fest gefroren.

---

[9]) Mitgetheilt vom k. k. Hauptmanne Wawra; 1877, Heft 5 der Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Geniewesens.

Die Zündung erfolgte auf elektrischem Wege und sind Schiesswoll-Zündpatronen in allen Zündpunkten eingefügt worden.

1. An dem Fusse einer $0{\cdot}70^{m}$ dicken, $6{\cdot}30^{m}$ langen, freistehenden Mauer wurden 25^{kg} (per Meter 4^{kg} *a)* niedergelegt und 1^{m} hoch mit Erde bedeckt. (Fig. 95 *a* und *d.)*

Die Explosion zerstörte die erwähnte und eine $2{\cdot}4^{m}$ von der ersteren abstehende Mauer, sowie auch das darüber ruhende Gewölbe. Die Streuung betrug 200^{m}.

2. An dem Fusse einer $0{\cdot}60^{m}$ dicken Mauer wurden 12^{kg} in einer 4^{m} langen Ladung *β* frei niedergelegt, welche bei der Explosion einen vollständigen Durchschlag erzielten. (Fig. 95 *a.)*

3. In einem Hohlraume von 27^{cbm} wurden am Fusse der $0{\cdot}40^{m}$ dicken Mauer 8^{kg} Dynamit in einer 4^{m} langen Ladung niedergelegt. Der Eingang ward bei *s* und *u* wieder geschlossen.

Die Explosion zerstörte die Mauern und die darüber liegenden beiden Gewölbe.

4. Um mehrere in Winkeln aneinanderstossende Mauern ($0{\cdot}60$ bis $1{\cdot}00^{m}$ dick) zu zerstören, wurden an den Pfeilern und in den Ecken, $3—4^{m}$ von einander entfernt, 1 bis $1{\cdot}5^{m}$ tiefe Brunnen *s* abgeteuft, mit Ladungen von $2—3^{kg}$ versehen und einzeln gezündet.

Der Zerstörung war eine vollständige.

5. Der Thurm des Turbinenhauses konnte nicht nach Art der für Hohlräume sonst gebräuchlichen Weise durch frei im Raume niedergelegte Ladungen mit einem Male gesprengt werden, da allzuheftige Streuung zu erwarten stand. Deshalb wurden theils in die Mauern, theils neben denselben Ladungen von $2—5^{kg}$ angebracht und einzeln gezündet, was die Zerstörung vollständig bewirkte.

Steinbruchs-Arbeiten mit Dynamit und elektrischer Zündung. (Fig. 96.)

Vielfach wird in grossen Werk-Steinbrüchen zum Niederlegen der Wände unterminirt, d. h. unter den Wänden wird ein Hohlraum geschaffen, so dass endlich die eigene Schwere diese Wände zum Falle bringt, oder grössere Druckminen den Fall beschleunigen.

Wir bringen eine solche Unterminirung, im grösseren Massstabe durchgeführt, zur Anschauung.

Die im Piestingthale liegenden Werk-Steinbrüche von Wöllersdorf zeigen an jenen des linken Bach-Ufers hohe, fast horizontal geschichtete Wände. Diese können an der Bruchsohle $1{\cdot}75^{m}$ hoch ausgesprengt werden, da unter dem Hauptflötz eine Schichte unbrauchbaren Gesteines liegt. Die

Unterminirungen, bisher mittelst Schwarzpulver und Zündschnur bewerkstelligt, hatten per Quadratmeter unterminirte Fläche fl. 7·54 gekostet. Eine der später näher bezeichneten Unterminirungen von circa 270—275$^{\square m}$ Fläche ähnliche Arbeit beanspruchte zu ihrer Durchführung:

64 Arbeitstage der 15 Mineure und 2 Taglöhner	fl. 1472
Pulver 11 Centner	„ 440
Zündschnüre	„ 18
Regie	„ 150
Zusammen	fl. 2080

Der Zeitaufwand von mehr als zwei Monaten war es vorzüglich, was lästig und gefährlich wurde, da Fälle vorkamen, wo halb unterminirte Wände stürzten, eine stete Aufsicht also durch die ganze Zeit der Minirarbeiten auch oberhalb der Wand nothwendig war. Diese Zeit abzukürzen, führte der das Werk leitende Ingenieur die Verwendung von Dynamit mit elektrischer Zündung ein.

Das im Aufrisse schraffirte Eck mit einer Höhe von 40·75^{m} ober der Bruchsohle ward in einer Fläche von 275$^{\square m}$ (17·4 × 15·8) unterminirt, indem drei Reihen je 1^{m} tiefe Minen gebohrt, mit im Mittel 0·32^{kg} Dynamit geladen und elektrisch gezündet wurden.

Wie es der Unterminirungsplan zeigt, blieben 6 Pfeiler von je 6·2$^{\square m}$ als Stützen stehen.

Zu der Aussprengung der 15 Minirungs-Schichten wurden 914 Minen mit 922^{m} Gesammttiefe erfordert.

Die 6 Pfeiler erhielten 69 Minen mit einer Gesammttiefe von 123^{m}. Ueberdies ward von einem Einschnitte oben auf der Wand eine Druckmine von 6·5^{m} Tiefe gebohrt.

Nachdem die Unterminirung fortgesetzt war, bis sich der Druck der Masse auf die Pfeiler bemerkbar machte, wurden die bereits angebohrten Pfeiler (à 0·5^{kg}) und die Druckmine (6·5^{kg}) geladen und zuerst die Pfeiler, dann die Druckmine gezündet, was den Sturz der Masse herbeiführte. Gewonnen wurden 9300^{cbm} zu Werkstein taugliches Gestein.

Die Unkosten betrugen:

Mineur-Accord (10 Mann 40 Tage)	fl. 650
Accord-Löhne für Förderung (3 Mann)	„ 138
350^{kg} Dynamit Nr. III per 1·00^{kg} fl. 1·20	„ 420
1000 elektrische Bandzünder	„ 55
2^{kg} Leitungsdraht à fl. 6	„ 12
Werkzeug und Regie	„ 145
	fl. 1420

Es waren also 5 Mineure weniger in Verwendung, dagegen 1 Förderer mehr. Die Arbeitszeit ward um 24 Tage abgekürzt, das elektrische Zünden ersparte auch Zeit in

Berücksichtigung der übrigen Arbeiter im Bruche, da dieselben nicht so lange Zeit sich gegen Sprengartikel decken mussten, wie dies bei der Zündung durch Bickfordschnüre der Fall ist. Die directe Geldersparniss von fl. 660 muss gleichfalls in Berücksichtigung gezogen werden, obgleich der Zeitnutzen an Werth die directe Geldersparniss überragt.

Eisen-Sprengungen.[10])

Fig. 97.

In den Werken zu Ternitz in Nieder-Oesterreich sprengte Herr Genie-Hauptmann Trauzl mehrere Stahl- und Eisenblöcke mit Dynamit Nr. I. Die nachstehende Tabelle zeigt die erhaltenen Resultate:

Gegenstand	Gewicht des Gegenst. in	Dynamit-Ladung	Bohrung	Dynamit		Zünder etc.		Bohrung		Handlanger		Zusammen		Per 50 Kilo Metall	Percent vom Werth des Metalles
	Klgr.	Gr.	Mm.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	kr.	
Bessemer Rohstahlblock	1250	3147	922	5	04	—	77	10	50	1	50	17	81	71·2	23·75
Gusseisen	6000	1596	2158	2	55	—	97	12	30	3	40	19	22	16·0	16·02
desgl.	1500	233	474	—	38	—	13	2	70	—	75	3	96	13·2	13·20
desgl.	1500	233	474	—	38	—	13	2	70	—	75	3	96	13·2	
Bessemer Rohstahlblock	4000	5665	1738	9	06	1	10	19	80	9	—	38	96	48·2	16·23

Durch das Vorangeführte ist unstreitig der Beweis geliefert, dass die Spreng-Technik die Mittel besitzt, um grosse Metallmassen, wie z. B. Schwungräder, Chabottenstöcke, Walzen etc., welche sich in Folge ihrer Grösse oder auch ihres sonstigen geringeren Werthes nicht zur Zertheilung mittelst Maschinen-Arbeit eignen, mit geringen Kosten und Zeitaufwand zu zertheilen und der weiteren Wiederverwerthung des Materiales zuzuführen.

Sprengung einer Hochofen-Gusssau mittelst Dynamit.

Fig. 98.

In Schwechat ward im Jahre 1876 der der Innerberger Haupt-Gewerkschaft gehörige Hochofen Nr. I ausgeblasen, da sich eine Gusssau von selten grossen Dimensionen gebildet hatte.

[10]) Näheres: Oesterreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen. 1876. Nr. 3.

Der untere, calloteförmige Theil (0·65^{m} dick, 4·00^{m} im Durchmesser) enthielt ein ungemein zähes, an Festigkeit dem Bessemerstahl fast gleichkommendes Eisen, der obere cylindrische Theil bestand aus einem Gemische von Eisen, Schlacke, Stein und Graphit und war im Mittel 2·15^{m} hoch, 2·45^{m} im Durchmesser.

Da dieser obere Theil ohne Werth war, so sollte er nur von der Calotte abgetrennt und vergraben werden. Hiezu wurden die horizontalen Bohrminen 1 bis 6 etwa 0·82^{m} tief gebohrt und jede derselben viermal, die Minen 1, 5 und 6 überdies ein fünftes Mal geladen; die Ladungen variirten zwischen 55^{g} und 187^{g} per Mine und nur bei der letzten Sprengung erhielten die drei genannten Bohrlöcher 198^{g} Ladung. Bei der vierten und fünften Sprengung wurden Eisenstücke weggeschleudert.

Um die Calotte zu zertheilen, wurden 19 Bohrminen im Mittel 0·250^{m} tief gebohrt, mit je 55^{g} geladen und gruppenweise gesprengt.

Die von der Oberfläche sich ablösenden Schalen verringerten die Bohrloch-Tiefe, so dass die meisten Löcher nachgebohrt werden mussten.

Dieselben Bohrlöcher wurden wiederholt, einzelne sogar noch fünfmal mit Ladungen von 187 bis 300^{g} versehen und gruppenweise gezündet, bis die Verkleinerung soweit gediehen war, dass die Stücke entfernt werden konnten. Es waren im Ganzen verwendet worden:

32·5^{kg} Gelatine-Dynamit Nr. I,
157 elektrische Zünder,
32 Zündhütchen (400^{mg}),
4 Ringe (32^{m}) Bickford-Zündschnur,
1^{kg} Guttapercha-Draht.

Die Gesammtkosten betrugen circa 300 fl. ö. W.

Die brauchbaren, zertheilten Eisenstücke hatten ein Gesammtgewicht von 1350 Zoll-Centner.

Zu schwachen, oft wiederholten Ladungen zwangen die Rücksicht auf den Ofen selbst und die in unmittelbarer Nähe befindlichen Gebäude und Maschinen.

Sprengung von Eisen-Constructions-Theilen.

Versuche des conc. Bureaus für Spreng-Technik.

Eisen-Lamelle aus zwei an den Enden genieteten Platten von 8^{cm} Breite und 2·7^{cm} (à 1·35^{cm}) Dicke gebildet.

Die Ladung bestand aus 0·60^{kg} (8^{cm} lang, 7·5$^{cm\square}$).

Dieses Quantum war zu schwach, indem die Platten nur angebrochen und in einen Winkel von 90° gebogen wurden.

Eisen-Lamelle wie die frühere ward mit einer Ladung von 0·70^{kg} gesprengt und glatt abgebrochen.

Eisen-Lamelle aus drei an den Enden genieteten Platten von 15·6^{cm} Breite und 8^{cm} (je 2·67^{cm}) Dicke gebildet.

Die Ladung bestand aus 5·14^{kg} (als Würfel von 15·6^{cm} Seitenlänge laborirt). Alle drei Platten wurden glatt abgebrochen.

Eisen-Lamelle aus vier an den Enden genieteten Platten von 15·6^{cm} Breite und 5·6^{cm} (à 1·4^{cm}) Dicke gebildet.

Die Ladung betrug 2·0^{kg} (15·8^{cm} lang, 2·7^{cm}□) und erwies sich als zu schwach, indem nur die zweite Platte und sämmtliche vier Nieten der einen Seite gebrochen, die anderen Platten nur unter spitzem Winkel aufgebogen wurden. Die richtige Ladung wäre 2·8^{kg} gewesen.

T-Stück ohne Nietung, 20·5^{cm} breit, der Steg 8^{cm} hoch, das Eisen 1·8^{cm} dick.

Die Ladung von 0·40^{kg} (20·5^{cm} lang, 3·25^{cm}□) brach das Stück glatt ab.

Kreuzgurte aus zwei **T**-Stücken von 17^{cm} Breite, mit 6^{cm} hohen Stegen zusammengenietet. Der Nieten-Abstand betrug 10^{cm}, die Eisenstärke an der Nietung 3^{cm}, an den Stegen 1·5^{cm}.

Die Ladung bestand aus zwei kubischen Kästchen von 6·8^{cm} Seitenlänge mit je 0·43^{kg} Gewicht, die diametral angelegt wurden und die Gurte glatt abbrachen.

Massive Platte von 16^{cm} Breite und 10^{cm} Dicke ward durch eine kubische Ladung von 8^{kg} Dynamit glatt abgebrochen.

Eisenbahn-Schiene von 8·5^{cm} Profilhöhe und 10^{cm} Fussplatte ward durch 0·5^{kg} Dynamit (8^{cm} lang, 3^{cm}□) glatt abgesprengt.

DIE MINENZÜNDUNG.

Minenzündung.

Zünder.

Das Zünden der Minen erfolgt entweder durch Zeitzünder oder durch Momentanzünder. Zu Ersteren gehören die Bickford-Zündschnüre, zu Letzteren die schnell brennenden Zündschnüre und, in gewisser Beziehung, die elektrischen Zünder.

Sollen **Dynamitladungen** gezündet werden, so muss mit allen diesen Zündergattungen ein Zündhütchen (Nobel's Sprengkapsel) verbunden werden, weil sonst keine Explosion, sondern nur ein Verbrennen des Dynamits ohne jede Sprengwirkung, aber unter Entwicklung schädlicher und unrespirabler Gasarten stattfindet; — beim Schwarzpulver und allen diesem ähnlich zusammengesetzten Explosivstoffen kann das Zündhütchen wegbleiben, da die einfache Uebertragung des Feuers schon die Explosion verursacht.

Die Zündhütchen sind kleine Kupferhülsen von cylindrischer Form mit $0{\cdot}3^{g}$ oder $0{\cdot}6^{g}$ Knallquecksilber gefüllt, wobei letztere im Winter zur Verwendung gelangen. Ausserdem werden auch Zündhütchen mit einer Fülladung bis 1·0, ja selbst bis $1{\cdot}50^{g}$ erzeugt.

Die Zündhütchen dienen zur Einleitung der Detonation der Dynamitladung. Im Winter bedient man sich der verstärkten Zündhütchen von $0{\cdot}6^{g}$ Füllung. In den Handel gelangen die Zündhütchen zu je 100 Stück in Blechdosen verpackt. Gute verstärkte Zündhütchen enthalten chlorsaures Kali und Knallquecksilber im Verhältniss 1·100 : 4·040 und schlägt ein solches gut trockenes Hütchen eine $0{\cdot}70^{mm}$ dicke Schwarzblechtafel durch.

Wir geben hier einige beachtenswerthe Regeln für die Deponirung und Behandlung der Zündhütchen:

„Die Aufbewahrung der Zündhütchen hat nur in sehr trockenen, möglichst warmen Räumen zu geschehen."

„Die Blechdosen mit den Zündhütchen sind nicht in den Transportkisten, sondern auf trockenen Stellagen aufzubewahren."

„In feuchten Grubenräumen dürfen Zündhütchen nie deponirt werden, eventuell sind die Deckel mit Gummibändern abzudichten."

„Die Arbeiter sollen die Zündhütchen nur in Blechdosen, nie ledig oder in Papier gewickelt bei sich tragen."

„Das Ankneifen des Zündhütchens an die Schnur ist unbedingt nothwendig und hat nur mit der hiezu construirten Universalzange zu geschehen, das feste Anschliessen des Hütchens an die Zündschnur wirkt nach Art der Verdämmung und erhöht die Wirkung des Knallsatzes."

Je stärker das Zündhütchen ist, desto vollständiger und rapider ist die Explosion des Dynamites und daher auch desto grösser der Sprengeffect; schwache Hütchen sind unbedingt verwerflich, ebenso jene, die mit zuviel chlorsaurem Kali erzeugt sind.

Es ist gewiss nicht überflüssig, darauf aufmerksam zu machen, dass gerade die Zündhütchen vorsichtig behandelt werden müssen, denn eine Menge kleine Unglücksfälle sind durch leichtsinnige Behandlung der Zündhütchen hervorgerufen worden.

Der Satz darf weder mit einer heissen Platte oder einer Flamme in Berührung kommen, noch darf es versucht werden, den Knallsatz herauszukratzen.

Die Zündschnur soll nie in das Hütchen hineingedreht, sondern nur hineingeschoben werden.

Bickford-Zündschnüre sind Hanfschnüre, in denen eine feine Mehlpulverseele sich befindet, welche das Feuer langsam bis zum Zündhütchen führt und so die Minenzündung bewirkt.

Für nasse Bohrlöcher werden dickere Zündschnüre, welche sehr gut getheert sind, verwendet; unter Wasser (vorzüglich dann, wenn nicht bald nach dem Laden gezündet wird) kommen mit einer wasserdichten Masse überzogene Zündschnüre zur Verwendung. Für Zündungen unter Wasser und in grösserer Tiefe sind diese Zündschnüre mit sehr starken Pulverseelen versehen und nebst der sehr dichten Guttaperchahülle noch mit Draht umwunden oder in Bleirohre eingezogen.

Die schnellbrennenden Zündschnüre bestehen aus Baumwollfäden, welche mit einer Lösung von chlorsaurem Kali und Bleieisencyanür oder statt letzterem mit Schwefelantimon imprägnirt sind, und welche dann mit Bandstreifen umwunden und durch Bleiröhrchen gezogen oder mit Guttapercha umhüllt werden. Ausser in der Kriegstechnik kommen sie nur selten zur Verwendung, da sie eine sehr vorsichtige und sorgfältige Behandlung erfordern. Um mehrere mit schnellbrennenden Zündern geladene Minen gleichzeitig zu zünden, werden die Zündschnur-Enden durch Metallmuffen — mit kleinen Mehlpulverladungen — untereinander verbunden (Fig. 99) und ein Stück Bickford-Zündschnur eingeschaltet; per Minute verbrennen 30^{m}.

Das Verbinden der langsam brennenden Zündschnur mit dem Zündhütchen geschieht, indem man mit einer hierzu bestimmten Zange die Zündschnur glatt abschneidet und sie sodann bis an den Knallsatz in das Zündhütchen hineinschiebt; der obere Rand des Zündhütchens wird durch die vordere Einkerbung der Universalzange an die Schnur gewürgt. 1^m gute Zündschnur brennt 75—100 Secunden.

Bei Verwendung der Bickford-Zündschnur wird diese an dem freien Ende ungefähr $2{\cdot}5^{cm}$ (1″) lang in ihrer Längenachse bis auf die Pulverseele aufgeschnitten, in diesen Schnitt entweder Mehlpulver gestreut, oder ein Stück Zündschwamm eingeklemmt und hiedurch zur Zündung vorbereitet. Das Zünden der Bickford-Zündschnüre geschieht, indem man das aufgestreute Mehlpulver oder den eingeklemmten Zündschwamm mit einer brennenden Lunte oder Kohle berührt. Vielfach wird auch Dynamit oder Sprenggelatine in kleinen Mengen in den aufgeschnittenen Theil der Zündschnur gegeben, da beide Theile sehr leicht Feuer fangen.

Die elektrische Zündung.

Die Zündung von Schüssen vermittelst der Bickfordschnur hat zwei Nachtheile: 1. Wenn Schüsse versagen, so muss man lange Zeit warten, ehe man den Sprengort betreten kann, weil solche Schnüre oft lange Zeit langsam fortglimmen und endlich doch zünden. 2. Die Wirkung von aufeinanderfolgenden Schüssen ist meist geringer als jene bei richtig combinirten, gleichzeitig abgefeuerten Schüssen. — Die elektrische Zündung erlaubt es, die Bohrlöcher nahezu auf das Doppelte der Vorgabe auseinander zu legen, wogegen die Schnurzündung nur Abstände von $^1/_2$ bis zur 1fachen Länge der Vorgabe gestattet. Die elektrische Zündung bietet ausserdem noch den Vortheil einer vollkommenen Ausnützung der Minenwirkung und dem Arbeitspersonale die volle Sicherheit.

Derzeit, wo vortreffliche und billige Zündmaschinen zweckmässige Leitungen und verlässliche Zünder bei uns erzeugt werden, hat die elektrische Zündung die allgemeinste Anwendung gefunden.

Die elektrische Zündung bringt insbesondere dann Vortheile, wenn mit deren Einführung sich ein Ingenieur oder Bergbeamter speciell durch einige Zeit beschäftigt, hierauf einige Vorarbeiter mit dem Wesentlichen der neuen Zündmethode, als auch mit den dabei vorkommenden Handgriffen vollkommen vertraut macht und die Zündungen selbst systematisch einleitet und durchführt.

Wird dies befolgt, so hat man bald mit der elektrischen Zündung keine grösseren Schwierigkeiten als bei anderen

Zündmethoden, und die eminenten Vortheile der ersteren lassen sich praktisch verwerthen.

Der Vorstand der General-Inspection für Eisenbahnen, Hofrath Ritter v. Pischof, äussert sich über diese Vortheile:

„Eine wesentlich vermehrte Wirkung und bedeutende Kostenersparniss wird erzielt, wenn die Anlage der Sprengschüsse derart stattfindet, dass die Wirkung der einzelnen Ladungen bei der Explosion sich gegenseitig unterstützen, was durch eine combinirte Anlage der Bohrlöcher und durch gleichzeitige elektrische Zündung der Ladungen stattfindet. Die Erfahrung bei dem Aussprengen des Buchenberg-Einschnittes, wo diese Methode auch in ausgedehntem Masse Anwendung fand, hat gezeigt, dass durch richtige Verwendung derselben durchschnittlich die doppelte Wirkung erzielt wird, als wenn die einzelnen Ladungen mittelst Zündschnüren auf gewöhnliche Art eine nach der anderen folgend abgefeuert werden, weshalb in allen Fällen, wo dies thunlich ist, aus Zeit- und Kostenersparniss die Sprengungen mittelst des elektrischen Funkens vorgenommen werden sollen."

Die Kosten-Ersparniss ist eine ganz bedeutende, wie folgendes Beispiel zeigt:

Bei einem Bahneinschnitte, der in 1^m hohen Staffeln, die durch die vorhandenen Schichten gegeben waren, abgebaut wurde und 30^m Breite hatte, entfielen bei Anwendung der Schnurzündung pro Staffel je 20 Minen, während durch Anwendung der elektrischen Zündung die Minenanzahl auf 15 herabgemindert wurde.

Demnach ergab die elektrische Zündung eine 25%ige Ersparniss an Bohrarbeit und Dynamit.

Manche Arbeiten sind nur bei Anwendung der elektrischen Zündung rationell zu lösen, dahin gehört vorzüglich der Stollenvortrieb und das Schachtabteufen.

Elektrischer Zünd-Apparat (Fig. 100).

Derselbe ist nach dem Principe der Reibungs-Elektrisirmaschinen construirt.

Die wesentlichsten Bestandtheile sind:

1. Zwei kreisförmige, aus Hartgummi erzeugte Scheiben, deren genau geebnete Flächen bei der Drehung um die Axe *b* durch vier Pelzreibzeuge *c* gerieben und dadurch elektrisch werden.

2. Ein Condensator *d* mit Saugspitze *e* zur Ansammlung der erzeugten Elektricität.

3. Eine Vorrichtung zum Entladen des Condensators behufs des Zündens.

Die beiden Scheiben, aus hart vulcanisirtem Kautschuk, sind an ihren Flächen auf das Feinste abgeschliffen und zur Verstärkung der Elektricitätserregung mit einem Lacke aus Schellack und Collodium überzogen, nachdem sie vorher eine hochgradige Politur erhalten haben. Beide Scheiben sind an der gemeinschaftlichen stählernen Axe *b* und können mittelst der daran zu steckenden Kurbel *f* gedreht werden, wobei die Reibung der Scheibenfläche zwischen den unbeweglichen und sich federnd anschmiegenden, als Reibzeug dienenden Pelzen *c* erfolgt.

Als Reibzeug sind Bisampelze angewendet, deren Haarspitzen durch gelindes Anpressen die Gummischeiben berühren, während deren Fleischseite auf dem Isolirlappen aus Wachstuch, dieses aber auf einer ebenen Messingplatte dicht anliegt.

Der Isolirlappen, welcher die an den Scheiben entwickelte negative (—) Elektricität möglichst ungeschwächt bis zur Saugspitze *e* des Condensators führen soll, ist im Bereiche des Pelzes beiderseits mit Staniolblättern belegt, um ein rasches und vollständiges Abführen der in den Reibzeugen während der Reibung entwickelten positiven (+) Elektricität zu ermöglichen.

An die Messingplatten ist mittelst einer Leiste der Isolirlappen und die Enden der Pelze eingeklemmt. Stahlfedern bewirken durch ihre Elasticität ein sanftes Anpressen der Pelze an die Scheiben, wenn die Reibzeugplatten in den Reibzeugträgern eingeschoben sind. Eine messingene Querstange verbindet alle vier Reibzeuge untereinander.

Der Condensator *d*, welcher sowohl die durch die Drehung der Scheiben erzeugte negative Elektricität der Scheiben, als auch die positive Elektricität der Reibzeuge aufnimmt, besteht aus einer Laydner-Flasche. Die innere Fläche erhält durch die Saugspitzen die negative Elektricität, während die äussere Belegung der Flasche mit dem Reibzeuge in leitender Verbindung steht und deren positive Elektricität empfängt.

Der Entlader besteht in dem Hebel *A*, der nie drehbar ist, und wodurch die mit der Kugel auf *M* in metallischer Verbindung stehende Zunge auf den Kopf der Leydner-Flasche umgelegt wird. Die äussere Belegung befindet sich in metallischer Verbindung mit dem Funkenmesser.

Für eine gewisse Entfernung der Kugel des Funkenmessers von der Kugel der Platte *M* wird eine gewisse Anzahl Umdrehungen zur Erzielung einer zureichenden elektrischen Spannung nothwendig sein, damit bei einem Drucke auf den Knopf *K* ein Ausgleich zwischen den am Condensator angesammelten Elektricitäten, d. h. eine Entladung erfolge, und in Folge deren ein Funke zwischen

den beiden Kugeln *F* und *M* überspringe. Jene von einer bestimmten Zahl Kurbel-Umdrehungen abhängige Entfernung heisst die Schlagweite.

Für den Zweck der Zündung ist die äussere Belegung des Condensators mit dem metallischen durchlochtem Knopfe *K* in leitender Verbindung, in welche ein Draht eingeschaltet werden kann; ebenso kann in die Kugel *M* ein zweiter Draht eingeschaltet werden.

Wird der Knopf *K* niedergedrückt und nähert man die freien Enden der isolirten Drähte gegenseitig, so wird dort, wo die Drähte einander gegenüberstehen, die Vereinigung der Elektricität sich durch Ueberspringen eines Funkens bei kleinen Zwischenräumen ihrer Enden kund geben. Dieser an dem Unterbrechgestelle auftretende Funke ist zur Entzündung von empfindlichen Zündsätzen geeignet.

Diese Zündmaschinen nehmen bei sorgfältiger Herstellung der Leitung und Verbindungen circa 50 bis 60 und noch mehr Zünder mit einer einmaligen Entladung.

b) **Gebrauchs-Anweisung des elektrischen Zündapparates.** Vor der Verwendung ist die Hartgummiplatte mit dem Messingknopfe (äussere Isolirung) mit einem trockenen reinen Tuche gut abzuwischen und der Apparat, bevor die Leitungsdrähte eingehängt werden, auf seine Leistungsfähigkeit zu prüfen.

Zu diesem Ende wird die verschiebbare, in $^1/_2{}^{cm}$ getheilte Messingstange (Funkenzieher) auf 1^{cm} Entfernung an die an der Hartgummiplatte befindliche Messingkugel geschoben. Sodann fasst man mit der rechten Hand die Kurbel, legt den Daumen der linken Hand an den Taster und dreht die Kurbel mit mässiger Geschwindigkeit (2mal in der Secunde) herum. Während der 11. Umdrehung wird der Taster rasch niedergedrückt und in der tiefsten Stellung etwa eine Secunde gehalten. Springt beim Niederdrücken ein Funke mit einem dem Knalle einer leichten Peitsche ähnlichen Schlage von einem Pole zum anderen über, so wird der Funkenzieher auf 2^{cm} und dann auf 3^{cm} gerückt und das Verfahren mit 21 beziehungsweise 31 Umdrehungen wiederholt. Ueber das Mass von 3^{cm} darf man bei der Steigerung der Funkenlänge nicht hinausgehen, da das als Maximum der Leistungsfähigkeit des Apparates zu betrachten ist.

Springt jedoch auf 1^{cm} Entfernung zwischen Funkenzieher und Knopf bei 11 Umdrehungen kein Funke über, so wird der Funkenzieher bis an den Messingknopf angeschoben und der Apparat durch Niederdrücken des Tasters ausgeladen, sodann versucht man, nachdem der Funkenzieher

auf 1^{cm} gestellt wurde, mit 13, nach erfolgter Ausladung mit 15 u. s. f. Umdrehungen, bis sich ein Funke zeigt.

Mit doppelter der zuletzt gefundenen Umdrehungszahl versucht man dasselbe bei 2^{cm}, mit dreifacher bei 3^{cm} und steigert die Umdrehungszahl bis zum Erscheinen eines Funkens. Ueber 60 Umdrehungen soll man aber nicht hinausgehen.

Apparate, welche selbst nach dem Maximum der Umdrehungszahl nicht 1^{cm} lange Funken geben, sind durch langen Gebrauch oder Feuchtigkeit in ihrer Leistung beeinträchtigt und in die Reparatur zu geben.

Die Umdrehungszahl für 1^{cm} genügt bei Zündungen, wenn nicht lange, aber trockene Leitung und wenig Schüsse vorhanden sind, bei mehr Schüssen mit langer Leitung und feuchter Lage muss man auf die Umdrehungszahl für 2 und 3^{cm} übergehen.

Soll gezündet werden, so muss zuerst der Apparat durch Anschieben des Funkenziehers an die Messingkugel und Niederdrücken des Tasters entladen werden, was man 2 bis 3mal wiederholen soll. Sodann hängt man die Hinleitung (negative Luftleitung, isolirte Leitung) in den Messingknopf an der Platte, die Rückleitung (positive Erdleitung) aber in die Kugel des Funkenziehers, der ganz zurückgezogen werden muss, um vom Knopfe so weit als möglich abzustehen.

Wenn nur einer der beiden Leitungsdrähte isolirt ist, hat man streng darauf zu sehen, dass die Drähte sich nicht kreuzen oder berühren.

Während des Gebrauches und der Verwahrung ist der Apparat dem Anscheinen durch die Sonne niemals längere Zeit auszusetzen, er muss daher, wenn er nicht in den Schatten gestellt werden kann, mit einer feuchten Decke bedeckt werden.

Die Aufbewahrung des Apparates geschieht am besten an einem trockenen Orte, der eine nicht zu sehr verschiedene Temperatur von jenem Orte besitzt, wo der Apparat gebraucht wird.

c) **Die metallische Leitung.** Selbe hat den Zweck, die vom Zündapparate gelieferte Elektricitätsmenge zu der zu sprengenden Ladung zu führen, und muss somit aus einer stetigen Folge guter Elektricitätsleiter bestehen.

Man unterscheidet bei jeder elektrischen Leitung die Luft- oder Hinleitung, welche von der oberen Oese des Apparates ausgeht und bis zu ihrem Wirkungsorte durch wohl isolirte Metalldrähte gebildet ist, — und die Erd- oder Rückleitung, welche ven dem Kopfe des Funkenziehers durch den Erdboden oder durch einen sonstigen Leiter zum elektrischen Zünder geleitet wird.

Bei wichtigen Sprengungen, wo auf einen sicheren Erfolg gerechnet wird, wendet man stets isolirte Hin- und Rückleitung an.[1])

Zu den Drahtleitungen für elektrische Zündungen werden gewöhnlich blanker Eisen- oder Messingdraht oder Guttapercha-Kupferdraht verwendet. Der Eisen- oder Messingdraht muss gut ausgeglüht und $^1/_2{}^{mm}$ dick sein. Bei der Verwendung von blankem Draht zur Hinleitung wird dieser stets über Isolatoren gespannt, welche auf Stangen, Pflöcken oder auf sonst geeignete Orte befestigt sind.

Die gebräuchlichen Isolatoren sind aus Glas, Porcellan oder vulcanisirtem Kautschuk und haben die Form einer Glocke oder eines Regenschirmes, wodurch das Isolirungsvermögen bei allen Witterungsverhältnissen sichergestellt ist, da selbst bei seitwärts fallendem Regen oder bei starkem Durchsickern des Wassers im Stollen stets die Innenwand des glockenförmigen Isolators trocken bleibt. Die Glocken werden auf gerade oder unter Winkel gebogene, an einem Ende mit einer Holzschraube versehene eiserne Stützen aufgesteckt.

Werden die Isolatoren im Freien vertical aufgestellt, so ist dafür zu sorgen, dass der Draht nicht mit irgend einem die Elektricität leitenden Gegenstand in Berührung tritt, sondern frei durch die Luft gespannt ist, wodurch die vollkommenste Isolirung erreicht wird. Bei der Anwendung von Guttapercha-Draht zur elektrischen Zündung werden Isolatoren entbehrlich, weshalb dessen Verwendung zu empfehlen ist.

So lange die isolirende Guttaperchahülle nicht Beschädigungen, die den Kupferdraht bloslegen, erlitten hat, ist der Guttapercha-Draht, sowohl in der Erde als auch im ruhigen Wasser liegend, vollkommen verlässlich. Wo es sich nur um eine geringe Dauer solcher Leistungen handelt, genügt es, den Draht ohneweiters auf den Boden zu legen.

Nebst der sorgfältigen Isolirung verlangt die Verbindung der Drahtstücke untereinander und mit den elektrischen Zündern besondere Aufmerksamkeit.

Der elektrische Zünder, System Geitner (Fig. 101). Der dritte wichtige Factor der elektrischen Zündung ist der Zünder, welcher die Anbringung der Unterbrechungsstelle in der Leitung an jenen Orten gestattet, wo die Zündung der Spreng-

[1]) Es ist jedoch nicht unbedingt nöthig, dass die Rückleitung stets isolirt werde, in Fällen z. B., wo nur eine Gruppe von Ladungen zu zünden ist, kann die Rückleitung aus einem auf den Boden gelegten Metalldraht bestehen, ja es genügt, sobald nasser Grund vorhanden ist, die Oese des Funkenziehers und das eine Ende des elektrischen Zünders mit dem Erdboden mittelst eines Drahtes in Verbindung zu bringen, während der Erde die Leitung zwischen den beiden Draht-Enden überlassen wird.

ladung durch Vermittlung eines kleinen elektrischen Funkens mit Sicherheit erfolgen soll.

Die elektrischen Zünder unterscheiden sich in Pulver- und Dynamit-Zünder.

Der im Handel vorkommende elektrische Dynamit-Zünder besteht aus dem U-förmig gebogenen Messingdraht, welcher mit einer Substanz umgossen ist, die beim Erkalten zu einer festen Masse erstarrt, den U-förmigen Draht festhält und zugleich ein schlechter Elektricitätsleiter ist. Dieser Zünderkörper ist mit einer Papierhülse verbunden (die Zünder für submarine Zwecke haben statt der Papier-Röhrchen ein Metall-Röhrchen), in welchen eine Sprengkapsel eingeschoben ist, die Knall-Quecksilber enthält.

Zwischen der Kapsel und dem Zünderkörper ist eine besondere Zündsatzmischung, in die der gebogene fein durchschnittene U-förmige Draht reicht, so dass bei Bildung des elektrischen Funkens die Zündung der Zündsatzmischung und durch diese die heftige Detonation der Sprengkapsel erfolgen muss. Die hier geschilderten Spaltzünder zeichnen sich vor den sogenannten Brückenzündern, für galvanische Zündmaschinen, vortheilhaft aus. Die von uns geführten elektrischen Zünder und Zündmaschinen (österreichisches System) sind den in der k. k. Armee eingeführten Zündern und Zündapparaten sehr ähnlich und haben sich durch ihre Verlässlichkeit einen weit verbreiteten guten Ruf erworben.

Die elektrischen Zünder werden, um sie leichter mit der Hauptleitung und den Kugeldrähten in Verbindung setzen zu können, mit hinreichend langen isolirten Leitungsdrähten verbunden, in den Handel gebracht, wobei die Drahtlängen entsprechend den meist vorkommenden Minentiefen, mit 0·80 bis 1·26^{m} bemessen sind. Es werden folgende Gattungen von elektrischen Zündern unterschieden:

Bandzünder (Fig. 102); bei diesen sind die Leitungsdrähte in getheerte Papier- oder Leinwand-Streifen eingeschlossen, und empfiehlt sich diese Zündergattung ausserordentlich gut, da sie selbst in nassen Bohrlöchern lange Zeit intact bleibt, wenig Raum im Bohrloch einnimmt und von billigem Preise ist.

Stabzünder (Fig. 103); wo die Isolirung der Leitungsdrähte durch Holzstäbchen hergestellt ist, indem die Drähte in das Holz eingepresst werden. In trockenen Minen sind diese Zünder gut zu verwenden.

Guttapercha-Drahtzünder (Fig. 104); bei welchen die Leitungen durch Guttapercha-Drähte gebildet werden, dienen besonders zu wichtigen Sprengungen unter Wasser, sind aber in gewöhnlichen Fällen durch die Leinwand-Bandzünder zu ersetzen.

Anwendung der elektrischen Zündung.

Bei Anwendung der elektrischen Zündung müssen der Zünd-Apparat, die Leitung und der Zünder in richtige Verbindung mit einander gebracht werden. Man beginnt mit der „Herrichtung des Schusses".

Herrichtung eines Schusses, welcher elektrisch gezündet werden soll. Der mit dem Laden der Bohrschüsse betraute Mineur oder Häuer erhält die elektrischen Zünder schon mit den für das Bohrloch erforderlich langen isolirten Drahtleitungen (Bohrlochs-Drähten), es mögen dieselben nun Band-, Stab- oder Guttapercha-Drahtzünder sein.

Der Mineur hat nur darauf zu sehen, dass die Bohrlochsdrähte lang genug sind, um noch zum Theil aus dem Bohrloch hervorzuragen.

Diese hervorragenden Enden werden gut blank gemacht, indem mit einem Messer die auf dem Kupferdraht haftende Isolirungshülle und Oxydationsschichte abgeschabt wird.

Das Herrichten der Zündpatrone und das Laden selbst geschieht so wie bei Anwendung der Zündschnur; auch hier ist der erste Besatz vorsichtig einzubringen.

Bei der Wichtigkeit der Herstellung einer dem Zwecke vollkommen entsprechenden und guten Leitung wollen wir genauer auf die Beschreibung der Verbindung von Leitungs- und Kuppeldrähten eingehen.

Sollen zwei reingeschabte Drahtenden mit einander verbunden werden, so flechtet man dieselben zusammen und biegt die vorstehenden Drahtspitzen zurück. Das ganze Geflechte wird hierauf mit einer kleinen Breitzange gepresst und die Drahtspitzen abgezwickt. Beim Guttaperchadraht wird zuerst von den beiden zu verbindenden Drahtenden auf 5^{cm} die Guttapercha mittelst eines Messers entfernt, die blossgelegten und blank gemachten Kupferdrähte wie vorerwähnt verbunden, und diese Drahtverbindung mit weich gemachter Guttapercha oder wasserdichter Pasta überzogen. Siehe Figuren 105, 106, 107.[2])

Wegen der Sicherung einer ununterbrochenen Leitung muss das Verbinden der Bohrlochdrähte mit der Hauptleitung und unter sich mit grosser Sorgfalt ausgeführt werden und es ist der dazu bestimmte Vormann für alle vorkommenden Fälle genau zu unterrichten.

b) **Verbindung der Schüsse unter sich und mit der Hauptleitung.** Hat jeder Häuer seine Schüsse in der eben be-

[2]) Diese sorgfältige Verbindung ist nur unter Wasser nöthig, sonst genügt das Ueberziehen der Verbindungsstellen mit gewöhnlicher Pasta oder kann selbst gänzlich unterbleiben nur dürfen solche nicht isolirte Verbindungsstellen auf feuchten oder nassen Gegenständen nicht aufruhen.

zeichneten Weise geladen, so ragen aus jedem Schusse die Enden der Bohrlochdrähte einige Centimeter hervor. Der mit der Fertigstellung der Zündung betraute Vormann verbindet nun einen Bohrlochdraht eines Schusses durch ein eingeschaltetes Drahtstück, dessen Enden wieder sorgfältig blank zu putzen sind, mit der Hinleitung. Der zweite Draht desselben Schusses wird mit einem eingeschaltenen Drahtstücke und dieses mit dem Bohrlochsdrahte eines Nachbarschusses, der zweite Draht des letzteren mit einem Drahte eines dritten Schusses u. s. f., endlich das übrig bleibende Ende des letzten Schusses mit der Rückleitung durch eingeschaltete Drahtstücke verbunden. — Diese eingeschalteten Drähte, welche zur Verbindung der Bohrlochsdrähte zweier Zünder unter sich dienen, nennt man Kuppeldrähte. Kommen selbe durchaus auf trockenen Stein, so wählt man als Kuppeldraht etwa $^1/_4$ bis $^1/_2{}^{mm}$ dicken geglühten Eisendraht; kommen sie auf feuchten Boden, so nimmt man gewöhnlichen übersponnenen Blumendraht, den man mit Talg einschmiert, endlich bei Kuppelungen, die durch Wasser geführt werden, muss guter Guttapercha-Kupferdraht zur Verwendung gelangen. — Die Verbindungsstellen müssen bei feuchtem Auflager wasserdicht mit getheerter Leinwand oder Pechpflästerchen umbunden, bei Liegen im Wasser aber noch sorgfältig mit Kautschuk-Masse u. dergl. verwahrt werden. — Die Kuppeldrähte dürfen sich nirgends berühren, selbst dann nicht, wenn sie isolirt sind.

Die Hinleitung (negative), aus isolirtem Drahte bestehend, führt zum negativen, die Rückleitung (positive), aus gewöhnlichem Drahte bestehend, führt zum positiven Pole des Apparates. Die aus den Bohrminen hervorragenden Enden der Zünderdrähte müssen hinreichend weit von einander abstehen, weshalb man gut thut, vorzüglich bei Verwendung der Stab- und Bandzünder die Drahtenden etwas einzureissen resp. von den oberen Theilen des Stabes oder Bandes etwa 1^{cm} lang loszulösen. Unterlässt man dies, so kann es vorkommen, dass der elektrische Funke oberhalb des Zünders von Kuppeldraht zu Kuppeldraht überspringt.

c) **Leitungsanlagen.** (Fig. 108, 109, 110.) Bei Eisenbahneinschnitten und in Steinbrüchen werden zur Bildung der Hauptleitung von 10 zu 10^m kurze Rangen aufgestellt, welche sich von dem Anlageorte der Minen soweit entfernt befinden, dass bei der Explosion keine Beschädigung derselben möglich ist. Auf diesen Stangen führt man meist nahe dem oberen Ende die isolirte Guttaperchadraht-Leitung als Hinleitung und in einer Entfernung von wenigstens $0{\cdot}25^m$ unterhalb die Eisendrahtleitung als Rückleitung.

Soll nun gezündet werden, so hat man die unter sich bereits verbundenen Zünder der Minen mit der Hauptleitung in metallischen Contact zu bringen. Man verbindet mittelst eines Eisendrahtes das freie Zünderdrahtende des ersten Schusses mit dem Guttaperchadraht der Hauptleitung und das freie Drahtende des noch zur Explosion beizuziehenden letzten Schusses ebenfalls mittelst eines Eisendrahtes mit dem Eisendrahte der Hauptleitung, und hat dabei wohl zu beachten, dass diese Verbindungsdrähte frei durch die Luft geführt sind und nicht auf dem Erdboden aufruhen oder mit einem die Elektricität leitenden Körper, der auf der Erde aufsteht, in Berührung kommen. Sind alle diese Vorbereitungen gemacht, so werden die Endstücke der Drähte der Hauptleitung bei dem Apparate in die richtigen Klemmstücke eingeschaltet, und es ist Alles zur Zündung vorbereitet. Beim Niederdrücken des Entladers am Apparat wird der elektrische Funke seinen Weg durch den Guttaperchadraht zur 1. Mine nehmen, im Spalte des Zünders überspringen, dann zum 2. Zünder gelangen, beim Spalte wieder überspringen u. s. w., endlich vom letzten Zünder durch die Rückleitung zum Apparate gelangen.

In Stollen führt man die Hauptleitung meist in einer kleinen Holzrinne (wenn möglich kann hiezu die Ventilationsröhre benützt werden), oder man führt wenigstens den Guttaperchadraht der Hauptleitung in einer gegen Sprengstücke schützenden Holzrinne und den Eisendraht am First des Stollens. Für die Herrichtung zur Zündung der Minen werden dann wieder Abzweigungen von den Drähten der Hauptleitung in der Art gemacht, dass das freie Drahtende des ersten Minenzünders mittelst des durch die Luft zu führenden Eisendrahtes mit dem Guttaperchadraht der Hauptleitung und das freie Ende des Zünderdrahtes der zuletzt zu zündenden Mine mit dem Verbindungsdrahte der zum Eisendrahte der Hauptleitung führt, verknüpft oder in metallischen Contact gebracht werden.

Dann ist auch hier Alles zur Zündung vorbereitet. Bei kurzen Querschlägen kann man die Leitungsdrähte auf entsprechende Haspel aufwinden und im Gebrauchsfalle immer neu legen.

Sind eine grössere Anzahl Minen (über 20) gleichzeitig zu zünden, so werden die Minen gruppirt und z. B. zwischen je 5 Zündern, welche nahezu gleichlange Kuppeldrähte verbinden, ein viel längerer Kuppeldraht eingeschalten. (Fig. 111.)

d) **Zündung.** Sind alle Schüsse untereinander verbunden, so hängt der Vormann die beim Apparate befindlichen Enden der Hauptdrähte in die Leitungsknöpfe, steckt die Kurbel an den Apparat, ladet selben mittelst 30 bis 40 Um-

drehungen und zündet, indem er den Entlader niederdrückt. Hierauf werden die Draht-Enden ausgehängt, die Kurbel von der Maschine abgezogen und kann nun der Sprengort gefahrlos betreten werden, ohne Rücksicht darauf, ob alle Schüsse losgegangen sind oder nicht.

Röhrenzündung. (Fig. 112 und 113.)

Die Explosion einer Dynamitladung kann auf eine entferntere solche Ladung übertragen werden, wenn man die Ladungen durch Gasrohre von 23^{mm} lichter Weite verbindet, jedoch sind folgende Bedingungen zu erfüllen:

a) Die Ladungen müssen mindestens 1^{kg} Dynamit enthalten;
b) sie müssen in Blechhülsen eingeschlossen sein, mit denen die Verbindungsrohre durch Schrauben oder Bajonnetverschluss fest verbunden sind;
c) jede Seitenfläche einer solchen Ladungsbüchse, in die eine Verbindungsröhre mündet, darf nicht weniger als $25\,\square^{cm}$ messen;
d) am Anfange und Ende jeder Verbindungsröhre muss eine Schiesswoll-Dynamitpatrone eingesetzt sein, und die Röhre darf keine grössere Länge als 6^{m} haben.

Um ganze Gruppen frei liegender, von einander nicht mehr als 1^{m} entfernten Ladungen gleichzeitig durch nur wenige elektrische Zünder zu zünden, verbindet man die einzelnen Ladungen durch dicht aneinander gereihte Dynamitpatronen. Bei Eisenconstructions-Sprengungen wird diese Manier, wie schon früher enwähnt, vielfach angewendet und die verbindenden Patronen entweder an Holzstäbe angebunden oder in Leinwandschläuche eingefüllt.

BOHRWERKZEUGE UND BOHR-MASCHINEN.

Bohrwerkzeuge.

Fäustel und Bohrschlägel. (Fig. 114 und 115.)

Die Fäustel für das einmännische Schlagbohren sind 2·5 bis 5 Kilo, die Schlägel für zweimännisches Bohren 5 bis 7 Kilo schwer; beide Gattungen sollen aus Stahl erzeugt und mit konischem Stielloch versehen sein. Die Stahlschlägel (Fäustel) sind zwar anfänglich manchen Arbeitern des Rückprallens halber unangenehm, aber bald gewöhnt der Arbeiter diese Eigenthümlichkeit und sieht das Vorzügliche der Stahlfäustel und Stahlschlägel ein. Die Dauerhaftigkeit der aus Stahl erzeugten Schlägel übertrifft die der nur ungestählten etwa um das Dreifache.

Holzbohrer.

Der steirische Schneckenbohrer eignet sich am besten für die Herstellung des Bohrloches im Holze, da derselbe in jeder Holzart, gleich ob im Längen- oder Querholze, und bei allen Feuchtigkeitsgraden desselben eine schnelle Arbeit gestattet und wenig Kraft zur Bewegung erfordert.

Die für Stocksprengungen geeignetsten Dimensionen sind 30^{mm} Schneidbreite bei $0{\cdot}80^{m}$ Länge und 28^{mm} Schneidbreite bei $1{\cdot}25^{m}$ Länge. Ein hölzernes Querheft wird durch den Ring am Ende der Bohrerstange durchgesteckt; es muss der Bohrer also ein Oehr haben. Die amerikanischen Schneckenbohrer sind insbesondere in trockenem harzlosen Holze, vorzüglich im Querholze gut verwendbar und werden von den gleichen Längen- und Schneid-Durchmessern wie die Spiralbohrer erzeugt und gebraucht.

Kohlenbohrer.

Für nicht zu harte Braunkohle wird ein dem amerikanischen Schneckenbohrer ähnlicher Bohrer zum Herstellen der Bohrlöcher verwendet. Für Lignite steht ein dem steierischen Spiralbohrer ähnlicher Bohrer im Gebrauche.

In harter Braunkohle und der Steinkohle kommt immer ein dem Steinbohrer gleicher Schlagbohrer, meist Meissel- oder Spitzbohrer, in Verwendung.

Die Gesteins-Bohrarbeiten.

Die Bohrarbeiten sind bei allen Gesteinslösungen ein so wichtiger Factor, dass schon lange Jahre die Bestrebungen einer grossen Anzahl Techniker darauf gerichtet waren, dieselben zu vereinfachen, billiger zu gestalten und sie leistungsfähiger zu machen, um die zum Bohren nothwendige Zeit zu verkürzen.

Die Handbohrung, welche in allen Fällen den grössten Percentsatz repräsentiren wird, hat sich vervollkommnet, das Werkzeug ist besser geworden und die Manier des Bohrens ist insofern zweckmässiger geworden, als die Bohrungen jetzt meist tiefer als früher geführt werden.

Die Verwendung eines vorzüglichen Stahles — aus welchem der ganze Bohrer als ein Stück erzeugt ist, — vergrössert zwar das Anlagecapital, verringert aber die Reparatur- und Schärfungskosten so bedeutend, dass eine viel raschere Amortisation möglich ist, als wenn das nach der alten Art im Schaft eiserne, am Bohrende angestählte Werkzeug verwendet wird.

Die Anwendung sehr starker brisanter Sprengmittel erlaubt die Verringerung des Bohrlochdurchmessers und damit auch den Durchmesser des Bohrers, doch dürfte es kaum zu empfehlen sein, denselben unter 21^{mm} zu verringern, da sonst das Ausräumen des Bohrloches zu viel Zeit beansprucht.

Bohrer für Gesteinsbohrung.

Jeder Steinbohrer, mag derselbe nun für Hand- oder Maschinenbohrung bestimmt sein, muss folgenden Anforderungen Genüge leisten:

Die Schneide soll möglichst lange scharf bleiben, möglichst tief in das Gestein eindringen und der Bohrer soll sich nicht verklemmen. Ein gewöhnlicher Schmied soll das Schärfen des Bohrers besorgen können. Beim Maschinenbohrer kommt noch die Bedingung hinzu, dass er so leicht als möglich sei.

Die Form der Schneide ist das Wichtigste, da von ihr die Erfüllung der meisten Bedingungen für eine gute Bohrarbeit abhängen.

Man unterscheidet Meisselbohrer, Spitzbohrer, Z-Bohrer und Kronenbohrer. Die Bohrerform richtet sich nach dem jeweiligen Gestein. [1])

---

[1]) Unser Bureau, welches sich mit der Bohrerfrage schon seit lange beschäftigt und den Verbesseruugen an Bohrwerkzeugen und Bohrmaschinen, welche in technischen Werken und Zeitschriften publicirt werden, stets die vollste Aufmerksamkeit zuwendet, besorgt die Lieferung aller Sorten Bohrer, welche, aus einem vorzüglichen Stahle erzeugt, richtig construirt und in Folge des grossen Consums sehr billig im Preise geliefert werden können.

Der Meisselbohrer hat nur eine zur Bohreraxe senkrecht gestellte Schneide, die entweder geradlinig oder convex geformt ist, der Spitzbohrer eine einzige unter stumpfem Winkel gebrochene Schneide; die Schneide des Z-Bohrers ist geradlinig und senkrecht zur Axe gerichtet, an beiden Endpunkten rechtwinkelig abbiegende Schneide nach Form eines Z; der Kronenbohrer hat zwei Schneiden, die sich entweder rechtwinkelig oder schiefwinkelig kreuzen. (Fig. 116, 117, 118, 119.)

Der Winkel, welchen die Schärfungsflächen der Schneide bilden, muss ein rechter sein, wenn das Gestein hart, und kann spitzer werden, je weicher die zu bohrende Gesteinsart ist.

Die Differenz zwischen der Stärke des Stahles und der Breite der Bohrerschneide soll mindestens (bei Bohrlöchern bis zu 28^{mm} Weite) 5^{mm} betragen; in weichem Gestein, das viel Bohrmehl liefert, noch mehr.

Die Mitte der Schneidlinie oder die Kreuzung der beiden Schneiden muss stets in der Längenachse des Bohrers liegen. Die Einkerbung zwischen den Schneidenspitzen der Kronenbohrer muss lang und tief sein, desgleichen soll die seitliche Abflachung bei den anderen Bohrern das Dreifache der Stangenstärke betragen.

Die Schlagbohrer sind am oberen Ende mit einem Schlagkopfe versehen, die Stossbohrer an beiden Enden geschärft, die Maschinenbohrer am oberen Ende 110^{mm} lang abgedreht.

Beim Schärfen der Bohrer soll der Schmied den Stahl nur kirschroth glühend machen, jedes unnöthige Hämmern meiden, vielmehr mit der Feile arbeiten und nur die Schneiden — höchstens 5^{mm} hoch — härten.

Bohrwerkzeuge für agricole Zwecke.

Als Bohrwerkzeug für Lehm- und Schotterboden dienen zwei Stahlpfähle, die 1·30^{m} oder 2·25^{m} Länge und beziehungsweise 57·5^{mm} und 45^{mm} Durchmesser haben. Diese Pfähle werden durch Schläge mit 5—6·5^{kg} schwerem Eisenschlägel in die Erde eingetrieben. Während des Eintreibens giesst man etwas Wasser zu, wodurch die Bohrlochswände glatt und comprimirt werden. Ferner dreht man den Bohrer während des Eintreibens in der Richtung von rechts gegen links, dagegen hat beim Herausnehmen die Drehung in entgegengesetzter Richtung zu erfolgen. Zum Ausheben bedient man sich anfangs eines eisernen gabelförmigen Hebels, der nahe am Boden durch ein Holzklötzchen seinen Stützpunkt erhält, oder hebt den Bohrer mittelst einer Eisenstange heraus, die durch dessen gelochten Kopf gesteckt wird.

Das Bohrwerkzeug für steinigen Boden besteht aus dem Steinbohrer und den Vorschlagpfählen, die Arbeit wird mit dem Einen begonnen und hierauf das Andere in Anwendung gebracht. Kommt man auf Steinschichten, so legt man die Vorschlagpfähle weg und verwendet einen geeigneten Steinbohrer.

Bohrmaschinen.

Um die Handarbeit zu vereinfachen, wurden zuerst Hand-Bohrmaschinen construirt, und längere Zeit drängten sich die Erfindungen solcher Maschinen rasch auf einander, doch ohne durchgreifende Verbesserungen zu bringen, so dass sich keines der älteren Systeme wirklich einbürgern und behaupten konnte. Erst in neuerer Zeit haben sich drei Systeme herangebildet, die thatsächlich ihrer Zweckmässigkeit halber Epoche machen.

Die Hand-Bohrmaschine von Ingenieur Könyves-Tóth, als stossende Bohrmaschine, leistet bei allen Bohrungen, deren Richtung vom Aufstellungs-Horizonte der Maschine nach abwärts reicht, gute Dienste. Ein Kronen- oder Schneidbohrer, wie er bei der Handbohrung verwendet wird, ist auch hier das arbeitende Werkzeug.

Die Hand-Bohrmaschine von Könyves-Tóth besteht aus einer Befestigungsplatte, welche Bewegungen ihrer Axe nach allen Richtungen zulässt, einem Führungsrohre mit der Setzer-Vorrichtung, einer Führungsstange mit der Bohrklemme und dem Bohrer. Ist die Führungsstange in die bestimmte Richtung gebracht und fixirt, so kann in dieser vorgezeichneten, unveränderlich fixirten Richtung von jedem Arbeiter gebohrt werden, da die Setzer-Vorrichtung das Drehen des Bohrers selbst besorgt.

Bei allen Schacht-Abteufungen, bei Arbeiten in engen Einschnitten, bei Bohrungen im Wasser leistet sie vorzügliche Dienste, und steht z. B. in den Tagbauten des Schwefelschiefer-Bergbaues „Morgensternwerk“ in Preussisch-Schlesien schon seit ihrem Auftreten in Verwendung; Director C. Bernhardt des Werkes erklärte sie als sehr verwendbar und leistungsfähig. Ein Hauptvorzug der Maschine ist ihre Einfachheit, die es gestattet, jeden beliebigen, auch ungeübten Arbeiter an ihr zu beschäftigen.

Die Gestelle können sehr einfach gehalten werden. Beim Vertical-Bohren dient ein vierfüssiges Gestelle; in Schächten genügt ein einfacher, festgeklemmter Balken. Im Nachstehenden ist diese Hand-Bohrmaschine genauer beschrieben.

Der Gesteins-Handbohr-Apparat (System Könyves-Tóth.[2])

(Fig. 120.)

I. Beschreibung des Apparates.

1. Bestandtheile.

Der Apparat hat nachfolgende Bestandtheile:
a die Führungsstange,
b der Handgriff,
c das Führungsrohr und
d die Befestigungs-Vorrichtung.

Die Führungsstange *a*, an deren einem dem jeweiligen Standorte des Arbeiters entsprechenden Ende der Handgriff *b* angebracht ist, wird in dem Führungsrohre *c* hin- und herbewegt. Das Führungsrohr ist mit der Vorrichtung für das automatische Setzen (Drehen) des an dem bezüglichen Ende der Führungsstange befestigten Bohrers versehen.

Die Befestigungs-Vorrichtung *d*, mittelst welcher der Apparat an einem Gestelle oder dgl. festgemacht wird, ist derart construirt, dass dem Führungsrohre und somit auch der mit demselben verbundenen Führungsstange (sammt Bohrer) die jeweilig gewählte Bohr-Richtung gegeben werden kann. Die Führungsstange *a* aus Stahl erzeugt, ist nahezu ihrer ganzen Länge nach mit einer geraden (Führungs-) und einer schiefen (Setzer-) Nuth — an dem Ende *e* mit einem cylindrischen, bei 120^{mm} tiefen, 21^{mm} Durchmesser haltenden Loche — dem Bohrer-Klemmloche — zur Aufnahme des Bohrers versehen. Zu derselben gehören:

Die Bohrer-Klemmschraube f_1, mit der zugehörigen Mutter f_2 und der Unterlagsscheibe f_3, welche aus Schmiedeisen hergestellt; endlich Kautschukscheiben *gg*.

Zum Handgriff *b* gehören:

Die hölzerne Handgriffhülse b_1, die schmiedeisernen äusseren Hülsenreife b_2 und die stählernen inneren Hülsenreife b_3, Stellringe *h* sammt Stellring-Keile h_1 und Splinte h_2.

Das gusseiserne Führungsrohr *c* und der Ständer-Drehteller c_1 bestehen aus einem Stück. An den Enden des Rohres befinden sich die Führungshülsen *i i* (aus Messing) mit ihren Keilstiften i_1 i_1.

Dem Setzer-Zahnrad *k* mit schiefem Nuthkeil k_1, dem Führungs-Zahnrad *l* mit geradem Nuthkeil; den Sperrhaken *m*, mit Bolzen m_1 und Splint m_2 (aus Stahl); den Sperrhaken-Federn m_3 aus Federstahl und den Arretir-Stellschrauben *n n* (aus Schmiedeisen). Die Befestigungs-Vorrichtung ist zusammengestellt aus: Der gusseisernen, für die

[2]) Mittheilungen des k. k. technischen und administrativen Militär-Comités von Emanuel Wawra, Hauptmann im Geniestabe.

Aufnahme des Ständer-Drehtellers c_1 des Führungsrohres bestimmten Ständer-Drehscheibe o; den zur Feststellung des Ständer-Drehtellers in der Ständer-Drehscheibe dienenden Anzugs-Stellschrauben-Haken p sammt Schraubenmutter p_1 und Unterlagsscheibe p_2 (aus Schmiedeisen); endlich der gusseisernen Lager-Drehscheibe q. Diese ist mit drei Löchern versehen, von welchen zwei a_1 a_2 zum Durchstecken der Befestigungs-Schraubenbolzen t dienen, während das dritte zum Durchstecken des Anzugs-Stellschrauben-Hakens s bestimmt ist.

Zur Befestigungs-Vorrichtung gehören ferner der gusseiserne, mit der Ständer-Drehscheibe o in einem Stücke gegossene Lager-Drehteller r; der zur Feststellung des Lager-Drehtellers in der Lager-Drehscheibe bestimmte Anzugs-Stellschrauben-Haken s sammt Schraubenmutter s_1 und Unterlagsscheibe s_2; schliesslich der Befestigungs-Schraubenbolzen t (zum Festschrauben der Lager-Drehscheibe auf das Bohrgestell) sammt Schraubenmutter t_1 und Unterlagsscheibe t_2 (aus Schmiedeisen).

2. Zubehör und Reserve-Bestandtheile.

Jedem Apparate ist ein kleiner (32^{mm}iger und für je zwei Apparate ein grosser (38- und 53^{mm}iger) Schraubenschlüssel und ein 20^{mm}iger Holzbohrer beigegeben. Von den, einer verhältnissmässig schnelleren Abnützung unterliegenden Bestandtheilen, als: Splinte, Führungs-Hülsen, Setzer-Zahnräder, Führungs-Zahnräder, Sperrhaken-Federn, Befestigungs-Schraubenbolzen, Schraubenmuttern sammt Schraubenmutter-Unterlagsscheiben und Holzbohrer — sind per Apparat je zwei bis vier Stück als Reserve-Vorrath zu veranschlagen.

II. Montirung und Befestigung des Apparates zur Arbeit.

Das Führungsrohr wird mit den, die eigentliche Führung bewirkenden Führungshülsen i i versehen, welche zu verbohren und zu verkeilen und nur beim Auswechseln herauszunehmen sind.

Die Führungsstange a, auf welche eine Kautschukscheibe g zu schieben ist, ist mit dem, in eine Spitze auslaufenden Ende voraus in das Führungsrohr einzuführen.

Während des hierauf vorzunehmenden Durchschiebens der Führungsstange durch das Führungsrohr wird im ersten Ausschnitte des letzteren das Setzer-Zahnrad k, im zweiten das Führungs-Zahnrad l derart auf die Führungsstange aufgesteckt, dass die Nuthkeile in die schiefe, beziehungsweise in die gerade Nuth derselben eingreifen. Es ist gleichgiltig, in welche der beiden Mündungen des Führungsrohres die Führungsstange eingeschoben wird, nur muss das Einfallen

der Zahnräder *(k* beziehungsweise *l)* gegen die schiefe Nuth erfolgen.

Die Sperrhaken *m* werden nun derart auf die Sperrhaken-Bolzen m_1 aufgesteckt, dass sie beim Vorwärtsstosse der Führungsstange an den Zähnen des Setzer-Zahnrades *k* schleifen; beim Rückgange derselben sich jedoch gegen diese Zähne stemmen, und hiedurch das Drehen des Bohrers bewirken.

Die Sperrhaken-Federn m_3, welche mit dem einen Ende an die Sperrhaken selbst angenietet sind, schmiegen sich mit dem anderen Ende an die äussere Fläche des Führungsrohres, jene gelinde an die Zahnräder pressend. Der Sperrhaken-Bolzen m_1 ist mit einem Splint m_2 zu versehen. Die Arretir-Stellschrauben *n n* dienen zum Festhalten der Führungsstange im Führungsrohre beim Wechseln des Standortes, beim Transporte etc.

Die Handgriffhülse *b* wird, sobald die Führungsstange durch das Führungsrohr entsprechend weit durchgeschoben ist, zwischen zwei Stellringe *h h*, welche mit Keilen h_1 und Splinten h_2 befestigt sind, derart angebracht, dass sie sich um die Führungsstange frei drehen kann.

Vor dem, gegen das Führungsrohr zu gelegenen Stellringe des Handgriffes ist, um die Heftigkeit der, das Führungsrohr beim Vorstosse der Führungsstange etwa treffenden Schläge zu mildern, eine Kautschukscheibe *g* angeordnet.

Die Handgriffhülse kann eventuell auch vor dem Führungsrohre auf die Stange gebracht werden, in welchem Falle nur ein Stellring und eine Kautschukscheibe nöthig sind und der Arbeiter beim Bohren unter, beziehungsweise vor dem Führungsrohre steht.

Diese soeben besprochenen Theile des Apparates (das Führungsrohr sammt der mit dem Handgriffe versehenen Führungsstange) verbleiben während einer Arbeitsperiode (beispielsweise Abbohren sämmtlicher Bohrlöcher einer Attaque) fortwährend beisammen. Dagegen können erforderlichenfalls während der Vornahme der Sprengung und der Abräumungs-Arbeiten die Apparate zerlegt und geputzt werden.

Da die Gesteins-Handbohr-Apparate selbst in hartem Gestein nur einem geringen Theile des während der Handhabung derselben sich ergebenden Rückpralles Widerstand entgegenzusetzen haben, während der grösste Theil dieses Rückpralles durch die Hand des Mineurs aufgefangen wird, so genügt es, dieselben an Gestellen aus starkem Holze zu befestigen. Diese Gestelle sollen der jeweiligen Verwendungsweise des Apparates — im Freien oder in Stollen und Schächten — entsprechend construirt, möglichst einfach, durch vier bis sechs Mann leicht transportabel, erforder-

lichenfalls auch zerlegbar sein und durch ihr Eigengewicht noch so viel Stabilität besitzen, dass sie auch ohne Verkeilung oder Verspreizung während des Bohrens nicht verrückt werden können.

Ein Verkeilen oder Verspreizen der Gestelle ist nur in Stollen oder Schächten ausführbar.

An einer ebenen Seitenfläche eines Balkens *B* dieser Gestelle wird die Lager-Drehscheibe *q* mittelst der beiden Befestigungs-Schraubenbolzen *t t* festgemacht, für welche vorher im Balken die entsprechenden Löcher vorgebohrt worden sind; die auf den Unterlagsscheiben dieser Bolzen aufruhenden Muttern sind derart anzuziehen, dass die Klauen der Bolzenköpfe an die Balken angepresst werden.

In die nunmehr unbeweglich feststehende Lager-Drehscheibe wird dann der mit der Ständer-Drehscheibe *o* in einem Stücke gegossene Lager-Drehteller *r* eingeführt und mittelst des Anzugs-Stellschrauben-Hakens *s* befestigt. Der Ständer-Drehteller c_1 des Führungsrohres wird nun in die Ständer-Drehscheibe *o* geschoben und der Anzugs-Stellschrauben-Haken *s* gleichfalls festgemacht.

Es ist einleuchtend, dass man durch die eben erklärte Befestigungs-Anordnung die Führungsstange, somit auch den mit derselben verbundenen Bohrer in zwei aufeinander senkrecht stehenden Ebenen drehen kann, sobald die Anzugs-Stellschrauben-Haken *p* und *s* gelüftet worden sind. Die Grenzen dieser Bewegungen sind dadurch gegeben, dass der Ständer-Drehteller c_1 in der Ständer-Drehscheibe *o* nur so weit nach auf- oder abwärts gedreht werden kann, bis das Führungsrohr entweder vorne oder rückwärts an die Lager-Drehscheibe *q* anstösst, während der Lager-Drehteller *r* nur so weit im Kreise drehbar ist, bis die Ständer-Drehscheibe *o* bei *v* oder *w* den Ansatz der Lager-Drehscheibe *q* berührt.

Um den Fortschritt der Arbeiten nicht aufzuhalten, wird das Gestell eventuell (wegen geringen Querschnittes der Stollen etc.) nach Beendigung des Bohrens zerlegt und während des Ladens der Bohrlöcher entsprechend weit zurückgetragen. Nach dem Abschiessen der Bohrlöcher wird es über Schutt und Stein sogleich „vor Ort“ gebracht, so dass das Bohren, sobald es die Luft erlaubt und die Nacharbeiten beendet sind, gleich wieder begonnen werden kann.

Der Transport des Schuttes kann dann während der Bohrarbeit stattfinden.

III. Die Bohrer.

1. Form und Befestigung der Bohrer.

Bei den Gesteins-Handbohr-Apparaten sind alle üblichen Gesteins-Bohrer-Formen verwendbar (Meissel-, Kronen-

Bohrer etc.), und zwar je nach der Gesteinsgattung und Bohrlochtiefe von beliebigem Kaliber. Dieselben müssen nur, um sie in dem Klemmloche der Führungsstange befestigen zu können, an der Bohrerbahn auf die Länge der Klemmlochtiefe (110^{mm} bis 130^{mm}) auf den Kaliber des Bohrer-Klemmloches [3]) abgedreht werden. Bohrer kreisförmigen Querschnittes braucht man gar nicht abzudrehen, sondern man richtet das Klemmloch nach dem Kaliber der runden Stahlstangen. Es sind aber auch diese runden Bohrer zu centriren und am Ende der Bohrerbahn glatt zu feilen und etwas abzufaçen.

Die Befestigung der Bohrer wird durch eine Klemmschraube f_1 bewirkt, welche, angezogen, die Bohrerbahn der ganzen Länge nach an die der Schraube entgegengesetzte Wand des Bohrer-Klemmloches anpresst. Um einen Wechsel der Bohrer vornehmen zu können, braucht nur die Klemmschraube etwas gelüftet zu werden; ein gänzliches Herausschrauben derselben ist nur dann nothwendig, wenn sie etwa gereinigt werden soll.

Damit eine in Folge der Befestigung möglicherweise entstandene excentrische Drehung des Bohrers so viel als möglich unschädlich gemacht werde, ist stets darauf zu achten, dass die Druckrichtung der Klemmschraube senkrecht auf die Meisselschneide stehe.

2. Dimensionen der Bohrer.

Die Breite der Bohrerschneiden, der Kaliber des Bohrerstahles sind je nach dem Zwecke der Anlage der Bohrlöcher, nach der Gesteinsgattung und der zu erbohrenden Tiefe sehr verschieden.

Mit Rücksicht auf die Festigkeit des bei Gesteinsbohrern in Anwendung gelangenden Gussstahles darf der Kaliber der Bohrerstange nicht weniger als 20^{mm} betragen; dieses Mass ist daher als untere Grenze zu betrachten. Die Längen- und Schneiden-Dimensionen ergeben sich aus der Tiefe der zu bohrenden Minen.

Um z. B. in hartem Gesteine eine Bohrlochtiefe von 1·40^{m} zu erbohren, werden fünf Bohrersätze, hievon einer zu 0·20^{m} und vier zu 0·30^{m}, mit Bohrern gemacht, deren Längen nacheinander 0·50^{m}, 0·70^{m}, 1·00^{m}, 1·30^{m} und 1·60^{m} und deren Meisselbreiten beziehungsweise 32^{mm}, 30^{mm}, 28^{mm}, 26^{mm} und 24^{mm} betragen.

Das Wechseln der Bohrer hat in sehr hartem Gesteine nach je 0·10^{m} bis 0·20^{m} der Bohrlochtiefe (Satztiefe) auch dann zu geschehen, wenn die Bohrerschneide noch ganz gut wäre.

---

[3]) Der Kaliber des Bohrer-Klemmloches kann beliebig zwischen den Grenzen von 15^{mm} bis 30^{mm} gehalten werden.

In weniger hartem Gestein kann die Satztiefe entsprechend grösser genommen werden.

Dieser öftere Wechsel ist nothwendig, weil die Meisselbreiten wegen des fortwährenden Abschleifens sich stets verringern, daher in Folge zu späten Wechsels der Bohrer des nächst kleineren Kalibers in das Bohrloch nicht mehr eingebracht werden könnte. Kämen aber die Bohrer des zweit- oder drittnächsten Kalibers zur Verwendung, dann würde das Bohrloch bis zur beabsichtigten Tiefe, eben der Verringerung der Meisselbreiten wegen, möglicherweise gar nicht mehr erbohrt werden können, abgesehen davon, dass es bei einer zu frühen Verwendung der längeren, respective engeren Bohrer auch an gehöriger Hublänge mangeln würde.

3. Automatisches Setzen des Bohrers.

Das Setzen des Bohrers erfolgt beim Rückgange desselben automatisch. Der Arbeiter, der die Handgriffhülse erfasst, gebraucht die Führungsstange sammt dem mit derselben innig verbundenen Bohrer nur als einen gewöhnlichen Stossbohrer, ohne dieselbe beim Rückgange zu drehen, respective zu setzen. Während dieser Rückbewegung wird das Setzer-Zahnrad durch den an dasselbe angepressten Sperrkegel festgehalten; der Nuthkeil des Rades greift jedoch in die schräge Setzernuth der Führungsstange und indem er dieselbe beim Hube des Bohrers passirt, wird dieser sammt der Stange automatisch gedreht.

Dieser Drehung ist der Handgriff des Arbeiters nicht hinderlich, da die Handgriffhülse um die Führungsstange frei rotiren kann. Beim Vorstosse wird dagegen das Zahnrad, welches in die gerade Führungsnuth eingreift, festgehalten, und nicht die Führungsstange, sondern das Setzer-Zahnrad gedreht. So wiederholt sich das Spiel, d. i. es erfolgt der gerade Stoss und das Setzen des Bohrers bei jedem Hube automatisch.

Die Anzahl der Setzungen ist abhängig:

1. Von der schiefen Richtung der Setzernuth, welche desto kleinere Setzungszahlen ergibt, je schiefer sie eingeschnitten ist.

2. Von der Hublänge, weil bei einer und derselben Construction einem längeren Hube eine kleinere, einem kürzeren eine grössere Setzungszahl entspricht.

3. Vom Setzer-Zahnrade, weil nur jener Theil der Hublänge zum Setzen ausgenützt werden kann, welcher das Zahnrad um einen ganzen Zahn gedreht hat; je kleiner nun die (allerdings durch die erforderliche Stärke der Zähne begrenzte) Zahneintheilung ist, desto kleiner ergibt sich der todte Raum beim Setzen.

Da die erforderliche Anzahl der Setzungen sich nach der Gesteinsgattung richtet, so kann die schiefe Nuth, von deren Construction die Grösse der Setzungen abhängt, in die Führungsstange nach Angabe beliebig eingeschnitten werden.

Die Gesteins-Handbohr-Apparate sind gegenwärtig mit einer schiefen Nuth versehen, welche auf eine Hublänge von 3·60^{m} eine ganze Wendung (360^{0}) hat, das ist: es kommt jedem Centimeter Hublänge eine Wendung von 1^{0} zu. Da die Zahnräder mit 30 bis 36 Zähnen versehen sind, also per Zahn 12^{cm} bis 10^{cm} Hublänge entfallen, so entsprechen — ohne die todten Räume in Rechnung gezogen zu haben — den Hublängen von 20^{cm}, 30^{cm} und 40^{cm} bis 47^{cm} die beziehungsweisen Setzungszahlen 30 bis 18, 15 bis 12 und 10 bis 9.

IV. Gattungen des Apparates.

Die Gesteins-Handbohr-Apparate werden je nach dem zu erfüllenden Zwecke in verschiedenen Gattungen erzeugt, welche sich hauptsächlich nach der Länge der Führungsstange, des Führungsrohres und des Handgriffes von einander unterscheiden.

Bei der grössten Gattung ist die Führungsstange 2100^{mm}, das Führungsrohr 500^{mm} lang. Die Construction sämmtlicher Gattungen ist im Uebrigen dieselbe, wie in der Fig. 120, mit dem Unterschiede jedoch, dass bei der grössten Gattung, welche insbesondere für Vertical-Bohrungen und für die Anlage tiefer Bohrlöcher geeignet ist, der Handgriff für den Betrieb mit zwei Mann, bei den beiden kleineren Gattungen jedoch nur für einen Mann construirt ist.

Ein Apparat grösster Gattung wiegt ohne Bohrer 63^{kg}.

V. Vorzüge des Apparates.

Der Handbohr-Apparat entspricht sämmtlichen Anforderungen, welche an Hand-Bohrmaschinen gestellt werden, und zwar:

1. Der Bohrer kann sehr schnelle und kräftige Schläge ausüben, selbstverständlich innerhalb der Grenzen der zum Betriebe angewendeten menschlichen Muskelkraft (8·0^{kg} bis 9·0^{kg} Stossmasse, 20^{cm} bis 30^{cm} Hub, 40 bis 50 Schläge in der Minute.[4])

2. Das beliebige Setzen je nach der Gesteins-Beschaffenheit, und die sichere gerade Führung beim Vorwärtsstosse gegen die Bohrloch-Sohle werden automatisch bewirkt.

3. Dem Bohrausschlage folgt der Bohrer je nach der Schnelligkeit der Vertiefung des Bohrloches continuirlich.

[4]) Beim gewöhnlichen Schlägelbohren werden ungefähr 25 bis 30 Schläge gemacht.

4. Die Führungsstange kann, um den Bohrerwechsel ohne Kraft- und Zeitverlust vornehmen zu können, leicht und schnell zurückgezogen werden.

Die Vorzüge des Gesteins-Handbohr-Apparates lassen sich im Vergleiche zu der Leistung des gewöhnlichen Fäustelbohrens in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Zum Bohren kann jeder ungeschulte Arbeiter verwendet werden, nur müssen die Bohrlöcher selbstverständlich von Sachverständigen angelegt werden.

2. Das Zerschlagen des Gezähnes (Bohrzeug sammt Zugehör) entfällt vollkommen.

3. Die Reparaturskosten werden auf ein Minimum reducirt; die weniger der Abnützung unterworfenen Bestandtheile, vorzugsweise Sperrzähne der Setzer- und Führungs-Zahnräder, kann jeder Schmied nachfeilen; zudem wird eine entsprechende Zahl dieser kleinen Verbrauchsstücke in Reserve gehalten. Die Führungsstange ist aus Stahl, elastisch und dauerhaft.

4. Sollten im mittelharten Gesteine härtere Quarz-Adern vorkommen, so braucht man, um öfteres Setzen und raschere Schläge zu erzielen, nur einfach einen kürzeren Hub auszuführen.

5. Die Bohrrichtung kann leicht in jede beliebige Stellung gebracht werden.

Die Handbohrmaschinen nach den Systemen Macdermot, sowie Staněk Řeska arbeiten durch Spiralbohrer, sie sind in Kohle, sowie in weichem Gesteine (wo nass gebohrt werden darf) recht gut verwendbar, und sind zu ihrer Bedienung nur zwei Mann erforderlich.

Die Handbohrmaschine Jordan (Fig. 121), welche mittelst eines Hebedaumens einen Bohrerkolben sammt dem daran befestigten Steinbohrer zurückhebt, comprimirt zugleich die hinter dem Kolben befindliche Luft in einen Cylinder. Nach Vollendung des Rückhubes treibt die comprimirte Luft den Kolben mit dem Bohrer vorwärts gegen das Gestein, so nach und nach das Bohrloch bildend. Diese Bohrmaschinen arbeiten mit gewöhnlichen Steinbohrern und werden durch zwei Mann bedient. Die Leistung dieser Bohrmaschine ist befriedigend.

Immerhin aber ist eine Handbohrmaschine nur ein Palliativmittel, eine wirklich ausgiebige und rasche Bohrarbeit steht nicht zu verlangen und wird nur durch Bohrmaschinen geliefert, die von der motorischen Kraft des Wassers, des Dampfes oder der comprimirten Luft getrieben werden.

Es sollen in Nachstehendem die vorzüglichsten Gattungen von Bohrmaschinen vom vollkommen objectiven Standpunkte geschildert werden.

Gesteinsbohrmaschinen.

Nach der Art, wie das den Stein zermalmende Werkzeug bei den verschiedenen Bohrmaschinen zur Thätigkeit kommt, kann man dieselben in zwei Gruppen trennen. Bei der einen Gruppe wird der Bohrer in sehr rascher Aufeinanderfolge gegen das Gestein gestossen und bringt auf diese Weise mittelst der Bohrerschneide ein Zertrümmern des vorliegenden Gesteins hervor. Bei dieser Gattung von Bohrmaschinen wird die in der Bohrrichtung zu erfolgende rasche hin- und hergehende Bewegung des Bohrers von einem mit ihm in fester Verbindung stehenden Kolben abgeleitet, der ähnlich wie bei Dampfmaschinen durch den abwechselnd wirkenden Druck auf seine Seitenflächen in einem Cylinder hin- und herbewegt wird. Als motorische Kraft für die Kolbenbewegung dient entweder Dampf oder besser hochcomprimirte Luft. Die in diese Kategorie rangirenden Bohrmaschinen führen den Namen **Percussions-Steinbohrmaschinen.** Die mit grosser Kraft und rascher Aufeinanderfolge geführten Stösse des Bohrers, von welchen 200 bis 400 in der Minute auf das Gestein ausgeübt werden, bringen auf der Bodenfläche des Bohrloches ein vollkommenes Zermalmen des Gesteines, ähnlich wie bei der Handbohrmaschine, hervor.

Bei den **rotirenden Gesteinsbohrmaschinen**, welche die zweite Gruppe bilden, kann man auf zweifache Weise die Erzeugung des Bohrloches vornehmen; entweder wird der rotirende Bohrer das Gestein bei einem mässigen Drucke gegen dasselbe in Folge seiner sehr raschen Rotationsbewegung schichtenweise vor sich abschleifen, indem das Bohrer-Ende mit harten kantigen Körpern versehen ist, oder es kann der rotirende Bohrer unter so hohem Drucke gegen den Boden des Bohrloches gepresst werden, um hiedurch das vorliegende Gestein zu zerdrücken und durch gleichzeitige Rotationsbewegung des Bohrers zu zermalmen. Solche Maschinen nennt man Rotations-Bohrmaschinen und gehört in die erste Art dieser Maschinen die durch comprimirte Luft zu treibende Diamant-Bohrmaschine, während nach der zweiten Art die Brand'sche und Jarolimek'sche Bohrmaschine gebaut ist, bei welchen zum kräftigen Andrücken des Bohrers gegen den Boden des Bohrloches, als auch zur Einleitung der rotirenden Bewegung hydraulische Kraft verwendet wird.

Die Percussions-Bohrmaschine.

An eine gute Percussions-Bohrmaschine müssen folgende Anforderungen gestellt werden:

1. Der Arbeitskolben muss einen vollkommen freien Gang haben, das heisst, keine anderen Theile dürfen durch Berührung von demselben ihre Bewegungen erhalten, denn, wenn dieses Letztere der Fall ist, so verliert der Kolben einen grossen Theil seiner Kraft und die durch denselben in Bewegung gesetzten Theile sind grosser Abnützung ausgesetzt.

2. Die Hübe des Arbeitskolbens müssen sehr rasch aufeinander folgen, somit die mittlere Kolbengeschwindigkeit eine bedeutende sein.

3. Der Arbeitskolben muss von relativ möglichst grossem Gewichte sein, um im Vereine mit seiner raschen Bewegung eine grosse lebendige Kraft beim Auftreffen des mit dem Kolben verbundenen Bohrers auf das Gestein zu besitzen, und so kräftige und wirksame Schläge zu führen.

4. Die Maschine muss aus wenigen beweglichen Theilen bestehen und der Abnützung nur wenig ausgesetzt sein.

5. Die Maschine muss leicht zu handhaben und so construirt sein, dass damit die Bohrlöcher in jeder beliebigen Richtung gebohrt werden können.

Eine jede Maschine, die allen obigen fünf Bedingungen Genüge leistet, muss als eine zweckentsprechende bezeichnet werden.

Die den Percussions-Bohrmaschinen zukommenden Vorzüge sind: geringe Kosten in der Anschaffung und Erhaltung, ein ihren geringen Dimensionen wegen verhältnissmässig geringes Gewicht, entsprechend leichte Handhabung, leichter Transport und bedeutende Arbeitsleistung. Die einfache Construction der Maschine schützt sie vor häufigen Reparaturen und wenn solche einmal doch nöthig werden, sind sie leicht auszuführen. Ferner bedürfen sie keiner grossen Motoren und die Zuleitungsrohre können bei gehöriger Widerstandsfähigkeit in bescheidenen Dimensionen gehalten werden. Die nach ihrer Wirkung auf den Kolben der Bohrmaschine zur Ausströmung in's Freie gelangende Luft ist stets noch so weit comprimirt, um bei Verwendung der Maschinen in Bergwerken, Tunnels etc. eine zweckmässige Ventilation zu bewirken.

Der Verbrauch an Luft (Dampf) schwankt zwischen $0{\cdot}28$—$0{\cdot}50^{cbm}$ per Minute bei $3\frac{1}{2}$—6 Atmosphären Spannung, und genügen zum Betriebe Motoren von 4—6 Pferdekräfte per Bohrmaschine.

Die Nachtheile, welche diesen Maschinen anhaften, sind geringe und fallen wenig in's Gewicht; die grössten Vorwürfe, welche ihnen gemacht werden können, sind die unvermeidlichen Vibrationen, welche die rasch aufeinanderfolgenden Stösse gegen das Gestein verursachen, und das die Arbeit begleitende etwas starke Geräusch. Die Bohrer-

Abnützung, respective deren Instandhaltungs-Kosten sind geringer als bei der Handarbeit.

Die rotirenden Bohrmaschinen.

a) Diamant-Bohrmaschinen. (Fig. 122.)

Diamant-Bohrmaschinen. Hier unterscheidet man zwei wesentlich anderen Zielen dienende Maschinen: Die Diamant-Bohrmaschinen für Schürfungen und Tiefbohrungen und jene für den Stollenvortrieb.

Die erstere Gattung steht noch heute unübertroffen da und wird wohl auch noch länger ihre Priorität behaupten. Nicht das Gleiche lässt sich bei der für Stollenbau construirten Diamant-Bohrmaschine sagen; selbst in Amerika musste sie überall den Percussions-Bohrmaschinen weichen.

Die Diamant-Bohrmaschinen für Tiefbohrungen bestehen aus den Antriebs-Maschinen (circa 12 Pferdekräfte für 500^{m} Tiefe) dem Räderwerke, der Bohrspindel, der Bohrkrone und dem Gestänge.

Die Bohrer sind entweder ringförmige für Kernbohrungen oder massive für Vollbohrungen. Letztere sind neuerer Zeit an ihrem Ende concav ausgeführt, um ein Abweichen von der geraden Richtung hintanzuhalten.

Durchgängig kommen jetzt schwarze Diamanten (carbons) zur Verwendung und doch betragen für Bohrkronen mit Diamanten die Anschaffungskosten von 50 (26^{mm}) bis 250 (75^{mm}) Dollars per Stück.

Das Bohrgestänge ist hohl, um das Druckwasser zum Ausspülen des Bohrmehls durchtreiben zu können; aussen ist es mit schraubenförmigen Nuten versehen, um das Aufwärtsgehen des Bohrschmandes zu ermöglichen.

Bei Tiefbohrungen, einschliesslich aller Gestänge-Arbeiten, rechnet man als Leistung in einer Stunde Arbeitszeit, nach der Natur des Gesteines, 1 bis 3^{m} Bohrlochstiefe bei einem Lochdurchmesser von 30 bis 50^{mm}.

Die Diamant-Bohrmaschinnn für Stollenvortrieb werden mittelst eines doppelsäuligen Gestelles vor Ort festgemacht und durch comprimirte Luft betrieben. Gegenüber der Arbeit mit Percussions-Bohrmaschinen zeigt sich keine Zeitersparniss; dagegen ist die Anschaffung eine sehr theuere (1250 Dollar), der Betrieb kostspielig; die Ruhe der Arbeit und die bequeme Handhabung sind die einzigen anerkennenswerthen Vorzüge der für Stollenvortrieb dienenden Diamant-Bohrmaschine.

b) Brand'sche Rotations-Bohrmaschine. (Fig. 123.)

Diese nach neuem System erzeugte Steinbohrmaschine besteht aus dem Presscylinder, aus zwei Wassersäulenmaschinen und der Bohrstange mit dem Bohrer. Das Bohren

geschieht, indem der an der Schneidfläche sägezähnförmige konische Kernbohrer, welcher an der Bohrstange befestigt ist, durch den Presscylinder unter hohem continuirlichen Drucke gegen das Gestein gepresst und durch die Wassersäulenmaschinen in rotirende Bewegung gesetzt wird; durch den Druck und die Drehung werden die Zähne des Bohrers das Gestein zerbröckeln und so die Vertiefung des Bohrloches herstellen. Die Maschine presst mit 80 bis 100 Atmosphären Druck den Bohrer gegen das Gestein und macht per Minute 10 Umdrehungen; das Wasserquantum, welches verbraucht wird, beträgt 50 Liter per Minute.

Wo kein natürliches Gefälle den hohen Wasserdruck beschafft, müssen Dampfmaschinen, Pumpen, Accumulatoren etc. denselben erzeugen.

Die Vortheile der Brand'schen Maschine sind:

Die ruhige, alle Stösse vermeidende Arbeit, das leichte Festklemmen vor Ort und, wenn man ein vorhandenes natürliches Gefälle benützen kann, ein sehr billiger Motor.

Die Nachtheile dagegen sind: der ziemlich hohe Preis, bedeutendes Gewicht, difficile Bedienung, das grosse Quantum Ueberwasser, welches vorzüglich beim Schachtabteufen belästigt, die fast nur rechtwinklig auf die Achse der Bohrsäule mögliche Bohrlochsrichtung, die beschränkte Anwendbarkeit, die sehr starken Zuleitungsrohre und den Percussions-Bohrmaschinen gegenüber noch der Mangel jeder künstlichen, im Maschinensysteme ruhenden Ventilation.

Die Arbeitsleistung ist der einer guten Percussions-Bohrmaschine gleich, dagegen das Krafterforderniss bedeutend grösser.

c) Die Drehbohrmaschine mit Differential-Schraubenvortrieb nach dem Patente des k. k. Oberbergrathes E. Jarolimek.

(Fig. 124.)

Diese Drehbohrmaschine für Gesteinsbohrarbeiten unterscheidet sich wesentlich von der nach System Brand construirten; sie basirt auf dem Principe, den festen aus Stahl erzeugten Bohrer (Kernbohrer) durch Drehung einer starken mit dem Bohrgestänge verbundenen Schraubenspindel und deren Mutter, aber jedes mit abzweigender Geschwindigkeit zu drehen und den Bohrer mit jeder Umdrehung der Schraubenspindel einen beliebig regulirbaren Vortrieb zu ertheilen.

Der mit vier bis sechs Zähnen versehene Stahlbohrer erhält also einen genau bemessenen und nach der Gesteinsart regulirbaren Arbeitsvorgriff, indem die Dicke des Spahnes, den ein Zahn des Bohrers im Bohrloche herausschneidet, genau vorausbestimmt ist. Bei wechselnden Gesteinsschichten, in Spalten und Drusen wird also der Bohrer nicht mit

einem Male voreilen, sondern den weniger oder gar keinen Widerstand leistenden Theil nur unmerklich schneller durchschneiden, als jenen eine starke Kraftäusserung erfordernden Theil. Hierdurch werden Verbohrungen, Verklemmungen und Brüche des Bohrers hintangehalten werden.

Als Motor dient eine durch Wasser getriebene, rasch (mit 200 bis 400 Touren pro Minute) gehende, bei beträchtlicher Kraftleistung dennoch compentiöse Maschine.

Wassermotoren eignen sich für derartige Maschinen am besten, da — namentlich beim Bergbaue — häufig kleinere, bisher verlorene oder unbenützte Wasserkräfte zur Verfügung stehen, oder den Steigröhren der Pumpen, welche in der Regel für höhere als die normale Leistung construirt sind, entnommen werden können; und weil höherer Druck durch Wasser weit billiger zu beschaffen ist, als auf andere Weise.

Das Bohren erfolgt, wie bei den Diamantbohrmaschinen und wie bei der Brand'schen Drehbohrmaschine unter stetiger Wasserspülung, welche nicht nur das Bohrmehl entfernt, sondern auch den Stahlbohrer kühlt.

Die erste nach diesem ganz neuen System erbaute Bohrmaschine wurde mit der Mayer'schen patentirten Wassersäulenmaschine (2 Cylinder) versehen; dadurch ist zwar der Bohrmaschinen-Querschnitt etwas verbreitert, aber die Maschine arbeitet vorzüglich und mit beachtenswerther Kraftökonomie.

Die erste Bohrmaschine fand in Raibl Verwendung und ist es in erster Linie der eifrigen und umsichtigen Leitung des k. k. Bergverwalters (zugleich Bau- und Maschinen-Ingenieur) Herrn Hugo Preuss zu danken, dass in so kurzer Zeit — 3 Monate — so gute Bohrresultate erzielt wurden. Seit Anfang December 1880 steht die Maschine in currentem Betriebe und erhalten die Arbeiter pro Meter Auffahrung fl. 6 ö. W. Die Maschine bohrt 65^{mm} weite, 1^{m} und darüber tiefe Minen bei einer durchschnittlichen Bohrleistung von 40^{mm} pro Minute (das langsamere Anbrüsten der Minen mit eingerechnet). Der gewählte Vortrieb des Bohrers beträgt pro Umdrehung $3{\cdot}6^{mm}$.

Der Bohrschmand besteht selbst bei dem kleinsten Vortrieb ($1{\cdot}5^{mm}$ per Umdrehung) aus schuppigen Körpern, ein Beweis, dass das Gestein durch die Zähne des Bohrers in Spähnen herausgeschnitten, nicht ausgeschliffen wird.

Bei einer Bohrleistung der Maschine von 40^{mm} erfordert der Motor 190 l Wasser pro Minute. Das Wasser steht unter 15 Atmosphären Druck, jedoch kann derselbe nicht ausgenützt werden, sondern es wird die Drosselklappe nur ein Viertel geöffnet, da sonst die Bohrmaschine zu rasch

läuft und unzweckmässig stark in Anspruch genommen wird.

Das verbrauchte Spülwasser beträgt 20[l] per Minute. Der Kraftbedarf der Maschine bei einer Bohrleistung von 40[mm] per Minute ist mit nicht ganz 7 Pferdekräften anzunehmen. Die Stahlbohrer halten ohne Nachschleifen durchschnittlich 2—3[m] Bohrtiefe aus.

In Raibl arbeitet die Maschine in einer 2[m] hohen, 1·6[m] weiten Strecke an der einfachen Bohrsäule. Es werden in der Regel 8 Bohrminen von 1[m] Tiefe hergestellt, von denen 3 in der Ortsmitte als Einbruchsminen angelegt werden. Die Einbruchsminen werden mit Sprenggelatine, die Ausweiteminen mit Dynamit neu I geladen.

Jede Sprengung treibt den Ort um 1[m] und darüber vor. Die Ladungsmengen sind, wie überall, wo in engen Strecken weite Bohrlöcher hergestellt werden, bedeutend, meist bis zu 12[kg] per Meter Vortrieb, demnach auch der Vortrieb selbst durch das maschinelle Bohren noch um Etwas theurer als der Vortrieb durch Handbohrung, dagegen die Leistung jetzt schon eine fünffache.

Raibl erhält demnächst eine zweite, mit vielen Verbesserungen versehene Drehbohrmaschine, welche es ermöglicht, 1[m] Bohrloch ohne Gestängewechsel zu bohren. Ferner wird das Zurückführen der Bohrspindel beschleunigt, die Bohrsäule auf einen Wagen angebracht und so die Nebenarbeiten und Zeitversäumnisse bedeutend reducirt.

Die Bohrmaschine ist an der Spannsäule sowohl seitlich verschiebbar, als auch um die Säule drehbar, überdies gestattet die Universalklammer das Drehen der Maschine um den Teller (siehe Fig. 123). Die Säule ist sowohl in verticaler Stellung (gegen Firste und Sohle verspreizt), wie in horizontaler Stellung (gegen beide Ulme verspreizt) verwendbar. Dadurch und durch die Universalklammer wird es möglich, die Bohrlöcher in jeder beliebigen Richtung zu bohren.

Es ist kein Zweifel, dass die Jarolimek'sche Drehbohrmaschine eine ausgebreitete Verwendung finden wird, da es eine Menge Bergbaue gibt, denen kleinere Wasserkräfte mit 100—200[m] Gefälle zu Gebote stehen, oder wo eine solche Wasserkraft den Steigrohren der Pumpen leicht entnommen werden kann. Diese Drehbohrmaschine besitzt den Vortheil relativ geringer Anlags- und Betriebskosten bei grosser Leistungsfähigkeit, sie wird sich demnach gewiss Bahn brechen.

Wie alle unsere Bohrmaschinen ist auch die Drehbohrmaschine in der bestrenommirten Maschinenfabrik von Georg Topham in Wien gebaut und verdient die umsichtige präcise Ausführung der ersten Probemaschine ebenso alle Anerken-

nung, wie die gründliche Erprobung und die Einführung derselben in den currenten Betrieb durch Herrn k. k. Bergverwalter Hugo Preuss.

Die Percussions-Bohrmaschine (Patent Schram & Mahler). (Fig. 125.)

Die Gesteins-Bohrmaschine Schram & Mahler besteht ihren Haupttheilen nach aus:

Dem Cylinder, dem Arbeitskolben, der Umsteuerung, der Umsetzung und dem Führungsmantel.

Der Cylinder *C* ist einerseits durch den oberen Cylinderdeckel *D*, andererseits durch den unteren Cylinderdeckel D^1 und dessen Stopfbüchse *st* geschlossen, die Cylinderwände zeigen vier Canalöffnungen, *c*, c^1, *x*, x^1.

Der Arbeitskolben *K* liegt mit seinem stärkeren, zwei Dichtungsringe tragenden Theile im Cylinder; der schwächere Theil, die Kolbenstange K^1, geht durch die Stopfbüchse des unteren Cylinderdeckels und ist am unteren Ende mit der Bohrklemme *B* versehen.

Die Umsteuerung besteht aus der Schieberplatte *p*, dem Schieber *s*, dem Schieberkasten *l* und dem Steuerkolben k^1.

Der Schieberkasten ist einerseits durch die Verschlussschraube *m*, andererseits durch die Stopfbüchse *n* geschlossen; durch letztere geht der Stift *t*. Im Schieberkasten befinden sich die Lufteinströmungsöffnungen *a* und a^1, sowie die Ausströmungsöffnungen *b* und b^1. Die eine der Einströmungsöffnungen ist durch eine Verschlussschraube *o* gesperrt.

Die Umsetzungsvorrichtung, welche im oberen Cylinderdeckel liegt, besteht aus dem Sperrrad *r* mit dem vierkantigen gewundenen Dorne *d*, welcher in eine in der oberen Kolbenfläche von *K* angebrachte Mutter *u* eingreift. Zwischen dem Sperrrad und der Cylinderbohrung liegt eine Abschlussscheibe, durch welche der Dorn *d* und die beiden Canäle *v* und v^1 hindurchgehen. — In die Zähne des Sperrrades greift der Sperrhaken *w* ein, und auf den Sperrhaken drückt der Schaltkolben k^2. Der Führungsmantel *M*, in dessen Nuten der Cylinder verschiebbar ist, trägt den zur Befestigung der Maschine auf dem Bohrgestelle dienenden Drehteller *T* und einen Bügel, welcher der Schraubenspindel *S* als oberer, und eine Winkelstütze *z*, welche der Spindel *S* als unterer Halt dient. Eine zweitheilige am Cylinder befestigte Mutter *P* umfasst die Schraubenspindel. Zum Drehen der Spindel, Vor- und Zurückführen des Cylinders im Führungsmantel dient die Kurbel *U*.

Die Bohrerklemme *B* besteht aus zwei Klemmbügeln und zwei Schrauben.

Der Bewegungsvorgang bei Verwendung der Bohrmaschine ist folgender: Stehen Arbeitskolben und Schieber in der in der Zeichnung angegebenen Stellung und strömt comprimirte Luft bei *a* ein, so tritt sie durch den Canal *c* in den Cylinder und drückt auf die vordere Fläche des Arbeitskolbens, diesen nach rückwärts treibend. Hat der vordere Dichtungsring des Arbeitskolbens den Canal *x* passirt, so strömt comprimirte Luft durch diesen Canal in den Schieberkasten und verschiebt den Steuerkolben nach vorwärts; dadurch kommt die Einströmungsöffnung mit dem Canal *c'*, die Ausströmungsöffnung aber mit dem Canal *c* in Verbindung. Die vor dem Arbeitskolben befindliche Luft strömt aus und der Arbeitskolben wird nach vorwärts getrieben, bis der hintere Dichtungsring den Canal x^1 passirt hat, dann wird wieder der Steuerkolben nach rückwärts verschoben und das früher Gesagte wiederholt sich.

Die Umsetzung des Bohrers während der Arbeit wird ebenfalls nur durch Luftdruck bewirkt; vollführt nämlich der Arbeitskolben den Vorhub, so drückt comprimirte Luft durch die Canäle *v* und v^1 gegen die untere Fläche des Schaltkolbens; der Sperrhaken wird entlastet und gleitet leicht über die Zähne des sich drehenden Sperrrades, dessen Dorn dem ohne Drehung nach vorwärts sich bewegenden Arbeitskolben nachgeben, sich also drehen muss. Vollführt dagegen der Arbeitskolben den Rückhub, so ist die Spannung im hinteren Theile des Cylinders aufgehoben, die untere Fläche des Schaltkolbens entlastet; dagegen strömt comprimirte Luft durch den Canal *y* ober den Schaltkolben und dieser presst den Sperrkaken gegen die Zähne des Sperrrades, dieses fixirend, der Arbeitskolben muss demnach der Windung des Dornes *d* folgen und sich drehen.

Die Bohrerbefestigung ist sehr einfach, das abgedrehte (100^{mm} lange, 26^{mm} starke) Bohrerende wird in die entsprechende Ausbohrung am Ende der Kolbenstange eingeschoben und hier durch eine, an dem einen Klemmbügel angebrachte Warze festgehalten. Das Umwechseln der Bohrer erfordert demnach nur das Lüften zweier Schraubenmuttern, also ein Minimum an Zeit und Kraft, nach dem Betriebsberichte eines rheinischen Werkes 3·8% der ganzen Arbeitszeit exclusive Sprengen und Fördern.

Das Vorrücken des Cylinders im Führungsmantel wird von der Hand mittelst der Kurbel, also nicht automatisch bewirkt, da die automatische Vorrückung die Maschine complicirter macht, die Reparaturkosten vermehrt und den Arbeiter zur Unaufmerksamkeit verleitet, die häufig Maschinenbrüche zur Folge hat; die Hand an der Kurbel, bleibt der Arbeiter aufmerksam auf seine Maschine.

Die Bohrmaschinen Nr. II bohren pro Stunde effective Bohrzeit in sehr fester Grauwacke und gleichviel in welcher Richtung inclusive dreimaligem Bohrerwechsel $1{\cdot}50^{m}$, in leichterem Schiefer pro Stunde 2^{m}.

Die Vorzüge der Gesteins-Bohrmaschine Schram & Mahler sind:

Einfachheit der Construction, Dauerhaftigkeit, geringe Reparaturkosten, Handlichkeit, vorzügliche Leistung bei geringem Luftverbrauch.

Die Dimensionen und Gewichte sind in der folgenden Tabelle genau angegeben.

Bezeichnungs-Nummer	Cylinder-Durchmesser	Obere Kolben-Fläche	Der Kolbenstange		Ring-Fläche	Länge zwischen den Cylinder-Deckeln	Hublänge	Gewicht	Der ganzen Maschine			Grösster geeigneter Luftdruck	Luftverbrauch pro Minute	Preis
			Durchmesser	Fläche					Länge	Breite	Höhe			
	mm	qmm	mm	qmm		mm		kg	mm			at	cbm	ö.W. fl.
I	73	4185	48	1809	2376	292	139	101	1050	210	270	$3^{1}/_{2}$	0·28	400·—
II	82	5281	54	2290	2991	332	160	114	1100	220	320	4	0·38	500·—
III	100	7854	66	3419	4435	400	190	180	1200	280	380	6	0·60	625·—

Luft-Compressoren. (Fig. 126, 127, 128.)

Wie es schon bei den Bohrmaschinen erwähnt wurde, ist comprimirte Luft der geeignetste Motor zum Betriebe von Bohrmaschinen und der directen Verwendung von Dampf weitaus vorzuziehen. Nebenbei dient die comprimirte Luft in unterirdischen Bauten auch noch als vorzügliches Ventilationsmittel und häufig zum Betriebe von Aufzügen, Wasserhebmaschinen und zu Förderzwecken.

Es werden zwei Arten von Luft-Compressions-Maschinen unterschieden, und zwar solche mit Riemenscheibe und sind deren Bestandtheile das auf dem Fundamente befestigte Maschinenbett, der Luftcylinder sammt Saug- und Druckventilen, der Pumpenkolben, die Luftableitungsrohre und die beiden an einer gekröpften Welle sitzenden Schwungräder, von denen eines als Riemenscheibe dient. Durch die gekröpfte Achse wird mittelst Schubstange, Gleitstück und Kolbenstange die rotirende Bewegung der Riemenscheibe in die hin- und hergehende Bewegung des Kolbens im Compressor umgewandelt. Der Luftcylinder ist mit einem Kühlgefäss umgeben, überdies ist vorgesorgt, dass nöthigen-

falls Wasser in den Compressor eingespritzt werden kann, um einestheils zu kühlen, anderntheils schädliche Räume auszufüllen. Figur 126 zeigt einen Luft-Compressor von 280^{mm} Cylinder-Durchmesser, 470^{mm} Kolbenhub, welcher bei 65 Touren per Minute 0·85^{cbm} Luft zu $3^1/_2$ bis 4 Atmosphären Ueberdruck liefert; dieser Compressor treibt drei Schram'sche Bohrmaschinen und verlangt zum Betriebe einen Motor von 12 Pferdekräften.

Eine Luft-Compressions-Maschine mit Dampfmaschine besteht aus dem Luftcylinder, dem Dampfcylinder, den zugehörenden Kolben und Ventilen, dem Steuerapparate und einem Schwungrade, Alles auf demselben Maschinenbette ruhend, ferner aus der Dampfleitung und der Luftleitung. Fig. 127 zeigt einen Compressor mit gleichen Leistungen und Dimensionen, wie der oben angegebene, und erfordert zum Betriebe nur einen Dampfkessel von 14 Pferdekräften.

Grössere Luft-Compressoren sind mit zwei nebeneinander befindlichen Luft- (respective Dampf-)Cylindern versehen und besitzen grössere Cylinder-Durchmesser und längeren Kolbenhub. (Fig. 128.)

Die hier beschriebenen Luft-Compressoren nach J. Sturgeon's Princip zeichnen sich durch die eigenthümliche Anordnung der Ventile aus, welche höhere Kolbengeschwindigkeiten zulassen, wodurch es möglich wird, kleinere Cylinder-Durchmesser zu verwenden, Einfachheit mit Billigkeit und hinreichend grosser Leistungsfähigkeit zu vereinigen. Das Saugventil des Sturgeon'schen Compressors dient zugleich als Stopfbüchse der Kolbenstange, so dass es gezwungen ist, jeder Bewegung der Kolbenstange zu folgen; die Hubbegrenzung des Saugventils wird durch einen aufgeschraubten Stopfbüchsenring erzielt. Diese Anordnung ermöglicht das sofortige Einströmen der atmosphärischen Luft in den Cylinder schon beim beginnenden Kolbenhub; auch auf die Wärme-Entwicklung hat diese Anordnung einen günstigen Einfluss.

Sturgeon's Luft-Compressoren werden von unserem Bureau in Wien in nebenstehenden Grössen geführt, jedoch über Verlangen auch grössere geliefert.

Immer aber ist es zu rathen, lieber zwei kleinere als einen sehr grossen Compressor anzuschaffen, es vermehrt sich zwar dadurch das Anlage-Capital, der Betrieb aber wird ökonomischer.

Bohrmaschinen-Anlagen.

Im Nachstehenden geben wir eine Uebersicht aller jener Gegenstände, die zu einer completen Bohrmaschinen-Anlage nöthig sind, u. zw. sowohl für den Tunnelbau, als auch für

Compressoren, deren Hauptdimensionen, gelieferte Luftmengen, Leistung und Preise.

Bezeichnung		Durchmesser des Cylinders		Kolbenhub	Liefert per Minute Luft in der Spannung der Atmosphäre	Bedarf zum Betriebe einen		Treibt Bohrmaschinen Nr.			Erfordert ein Luftreservoir von		Preis des		
		Dampf-	Luft-			Motor von	Kessel mit einer Heizfläche von	I	II	III	Durchmesser	Höhe	Compressors	Luftreservoirs	zusammen
Classe	Nr.	Millimeter			Cubikmeter	Pferdekräften	□-Met.	Stück			Millimeter		Gulden österr. Währung		
A	1	—	260	580	4	12	—	4	3	1	1100	3000	1500.—	650.—	2150.—
	2	275	260			—	27	4	3	1			2800.—	650.—	3450.—
	3*	275	260	580	8	—	54	8	6	3	1300	4000	5300.—	1060.—	6360.—
B	1	—	340	640	7	24	—	8	4	3	1200	3500	2700.—	830.—	3530.—
	2	360	340			—	43	8	4	3			4050.—	830.—	4880.—
	3*	360	340		14	—	86	16	8	6	1400	4500	7700.—	1300.—	9000.—
C	2	430	400	700	9	—	60	10	5	4	1300	4000	5000.—	1000.—	6000.—
	3*	430	400		18	—	120	20	11	7	1500	5000	9550.—	1500.—	11050.—

Anmerkung. Nr. 1 ist für Riemen- oder Zahnrad-Antrieb gebaut (Fig. 126).

*) Nr. 3 sind durchgängig Zwillingsmaschinen (Fig. 128).

den Gebrauch beim Bergbau. Jedem Ingenieur wird es dann leicht sein, sich das für besondere Verhältnisse Nöthige zusammenzustellen.

Gegenstand	Tunnel-bau	Berg-bau
	Stück	
Luftcompressor mit Dampfmaschine und Dampfkessel	1	—
Luftcompressor ohne Dampfmaschine, aber mit Riemenscheibe	—	1
Luftreservoir mit Sicherheitsventil, Manometer und Ablasshahn	1	1
Gesteinsbohrmaschinen sammt Reservetheilen (nach Bedarf)	4	3
Bohrwagen neuester Construction mit Hauptschlauch, 2 Maschinen, 2 Wasserschläuchen	2	1
Bohrwagen älterer Construction mit Hauptschlauch, 2 Maschinen, 2 Wasserschläuchen	—	1
Schachtbohrgestelle für 6m Weite, mit Hauptschlauch, 2 Maschinen, 2 Wasserschläuchen	—	1
Streckengestelle für 2·1m Höhe, mit Hauptschlauch, 1 Maschine, 1 Wasserschlauch	—	1
Lafettengestelle mit Hauptschlauch, 1 Maschine, 1 Wasserschlauch	1	—
Dreifussgetselle mit Hauptschlauch, 1 Maschine, 1 Wasserschlauch	1	1
Kronenbohrer 0·30, 0·60, 0·90, 1·20, 1·50m lang	200	150
Reserve-Hauptschläuche	2	1
„ Maschinenschläuche	4	3
„ Wasserschläuche	2	2
Rohrleitung von 53mm Weite (nach Bedarf) Meter		
Absperrhähne zur Rohrleitung	2	2

Bohrgestelle zur Bohrmaschine System R. Schram.

Die Bohrmaschine kann entweder directe mit zwei kurzen Füssen und einem langen Spreizfuss versehen werden, oder sie wird mittelst einer Universalklammer auf ein oder das andere Gestelle befestigt; solche Gestelle sind: das Dreifuss-Statif, die Lafette, das Streckengestelle, das Schachtbohrgestelle und der Bohrwagen.

1. Das Dreifuss-Statif (Fig. 129) wird vorzüglich bei Arbeiten ober Tag und in Caissons verwendet. In Eisenbahn-Einschnitten und Steinbrüchen, vorzüglich auf sehr unebenen Plätzen, dann auf Flössen und Pontons ist das Statif allen anderen Gestellen vorzuziehen.

2. Die Lafette (Fig. 130) wird gleichfalls meist ober Tag, vorzüglich in Einschnitten und Steinbrüchen, verwendet. Die Lafette gestattet Bohrungen von der Verticalen bis 20° über die Horizontale, ist auf einigermassen ebenem

Boden leicht zu transportiren und rasch auf- und festgestellt. Aus gewalztem Eisen erzeugt, ist sie ungemein dauerhaft.

3. Das Streckengestelle (Fig. 131) vorzüglich bei Unterminirungen in Steinbrüchen und in engen Stollen und Querschlägen verwendet, zeichnet sich durch Einfachheit und Leichtigkeit aus. Es besteht aus einem 90^{mm} dicken Eisenrohre, welches unten einen beweglichen Doppelspitz, oben aber eine starke Stellschraube besitzt, mittelst welcher es gegen Firste und Sohle festgeklemmt werden kann. An dem Rohre ist eine Universal-Klammer angebracht, welche sich längs desselben verschieben lässt.

4. Das Schachtbohrgestelle (Fig. 132) wird beim Abteufen von Schächten mit kreisförmigen oder rechtwinkligen Querschnitten verwendet und besteht aus der Mittelsäule, zwei oder vier unteren Maschinen- und zwei oder drei oberen Spreizarmen, welche durch Scharniere mit der Säule verbunden sind. Das ganze Gestelle hängt an einem Seile und kann auf einem Haspel gesenkt oder gehoben werden. Beim Aufziehen werden die Schrauben an den Scharnieren der Arme gelockert, so dass sie parallel neben der Säule herabhängen können. Die Maschinenarme tragen an einer verschiebbaren Universalklammer die Bohrmaschinen; die Spreizarme dienen dazu, dem Ganzen mehr Stabilität zu verleihen. Der Hauptvorzug dieses Gestelles ist der geringe Raum, den es beim Aufwinden oder Herablassen einnimmt, so dass keine Zimmerung hemmt oder belästigt, wie auch die verhältnissmässige Leichtigkeit.

5. Der Bohrwagen (Fig. 133) in Stollen, Querschlägen und Tunnels verwendet, trägt ein oder zwei Bohrsäulen, längs denen die Universalklammer auf- oder abbewegt werden kann und welche, wie das Streckengestell, mittelst einer oben befindlichen Stellschraube zwischen First und Sohle festgeklemmt werden. Der die Bohrsäulen tragende Vordertheil des Wagens ist um horizontale Scharnierbolzen beweglich, so dass die Säulen nach rückwärts geneigt werden können, was beim Transport stattfinden muss, theils um den Vordertheil des Wagens etwas zu entlasten, theils um ungehemmt unter den Kappenhölzern von Pölzungen durchfahren zu können. Am Hintertheil des Wagens befindet sich ein stärkeres Rohr, in das die Hauptluftleitung einmündet, und von welchem aus sich 1, 2 oder 4 Maschinenluftleitungen abzweigen, und das somit als Luftvertheiler dient. Häufig wird auch ein Wasser-Reservoir auf dem Wagen angebracht, um durch den Druck der comprimirten Luft Wasser durch Gummischläuche in die Bohrlöcher spritzen zu können.

Eine besondere Specialität sind jene Bohrwägen, unter welchen ein Förderwagen durchfahren kann (Fig. 134). Die-

selben kommen in Stollen grösseren Querschnittes und Tunnels zur Verwendung und gestatten den ungehemmten Verkehr der Förderwagen, was eine ungemeine Beschleunigung der Arbeit ermöglicht; auch für die Bohrarbeit selbst ist der durchpassirbare Bohrwagen von Vortheil, da er den arbeitenden Leuten, sowohl Maschinenmineuren wie Förderern, Raum zur ungehinderten Bewegung lässt. Das Doppelgeleise für den Bohrwagen braucht nur so weit nach rückwärts zu reichen, wie es die Sicherung der Maschinen beim Sprengen erfordert. Diese Bohrwagen werden für 2 und 4 Bohrmaschinen gebaut.

Die Bohrsäulen an allen Wagen sind mit Gewinden versehen. Zum Heben oder Senken der Universalklammer sammt Bohrmaschine dient eine mit Hebelarmen versehene Schraubenmutter, die auch zum Lüften der Säulen behufs deren Umlegen beim Transporte verwendet wird.

Das Arbeiten mit den Bohrmaschinen (Pat. Schram & Mahler).

Diese Bohrmaschinen sind speciell für den Betrieb durch comprimirte Luft gebaut, obwohl sie auch für directen Dampfbetrieb verwendbar sind; stets aber bleibt die Arbeit mit comprimirter Luft vorzuziehen, da hiebei die Maschine weder durch die enorme Hitze in ihren Theilen ausgedehnt, noch durch Condensations-Wasser gefüllt und durch Rostbildung verunreinigt wird.

Die comprimirte Luft wird auf 10—15^{m} Entfernung von der Bohrmaschine in Eisenrohren, von diesen aus in Guttapercha-Schläuchen bis zur Maschine geführt. — Der Luftschlauch wird mit der Bohrmaschine durch eine messingene Holländerschraube mit Hahn verbunden.

Die Bohrmaschine wird beim Beginne der Arbeit mit gänzlich nach vorwärts gezogenen Arbeitskolben so gegen das Gestein vorgerückt, dass der Bohrer an dieses ansteht und der Cylinder etwa in der Mitte der Führung sich befindet, sodann wird der Cylinder durch weitere drei Kurbelumdrehungen vorwärts getrieben, der Dorn der Umsteuerung gänzlich hineingedrückt und der Lufthahn halb geöffnet, zugleich aber der Cylinder mittelst der Kurbel noch mehr vorwärts geschoben. Dadurch macht der Bohrer kurze, nicht allzu starke Schläge und ebnet den Angriffspunkt am Gestein. Der Lufthahn wird langsam voll geöffnet, und wenn der Arbeitskolben weit genug aus der Stopfbüchse heraustritt, der Cylinder wieder vorwärts bewegt. Sind die Schläge zu kurz, d. h. ist der Cylinder zu nahe an das Gestein gerückt, so unterbleibt die Umsetzung des Bohrers und der Mineur muss den Cylinder zurückschrauben. Binnen zwei

bis drei Tagen gewöhnen sich Auge und Ohr des Arbeiters, die richtige Länge des Kolbenhubes zu beurtheilen.

Gegenüber der Lufteinströmung ist die Umsteuerung mit einer Messingschraube geschlossen, circa alle 6 Stunden soll diese Schraube einmal geöffnet und die Umsteuerung gut geölt werden. Ebenso muss der untere Theil des Arbeitskolbens, welcher sich in der Stopfbüchse des unteren Cylinderdeckels bewegt, von Zeit zu Zeit gefettet werden, desgleichen die Schraubenspindel des Führungsschlittens und die daran befindliche Kurbelachse.

In manchem Gesteine, vorzüglich dort, wo harte und weiche Schichten wechseln, kommt es vor, dass der Bohrer sich einklemmt: ein rasches Rückwärtsschrauben des Cylinders lüftet denselben ohne Mühe. Ein fleissiges Einspritzen von Wasser, oder wo dies wegen Wassermangel nicht thunlich wäre, ein fortwährendes Einblasen von comprimirter Luft in das Bohrloch reinigt dasselbe vom Bohrmehl, welches sich sonst bei dem raschen Vorschreiten der Bohrung allzusehr ansammelt.

Die Schram'sche Maschine ist gänzlich geschlossen; ein Reinigen derselben also nur an den von Aussen zugängigen Theilen nöthig; erst nach sehr langem Gebrauche wird es vorkommen, dass eine Maschine geöffnet werden muss, was übrigens jeder verständige Mineur ohne Schwierigkeit vornehmen kann.

Reparaturen können nur äusserst selten vorkommen, und um solche nicht durch langen Stillstand der Maschinen unangenehm zu machen, werden über Wunsch jeder Bohrmaschine folgende Ersatz- und Reservetheile mitgegeben: 1 Sperrad mit Dorn, 1 Sperrklinke, je ein dreitheiliger Packungsring für den Arbeitskolben, den Schieberkolben der Umsteuerung und den Schaltkolben der Umsetzung. Das Austauschen eines solchen Theiles in der Maschine kann am Arbeitsorte vom Vorarbeiter besorgt werden, da die nöthigen Papierdichtungen ebenfalls vorräthig gehalten werden sollen.

Was die effective Leistung der Maschine anbelangt, so mögen nur folgende Notizen als Anhalt dienen:

In einem Stollen von nur 2·31$\square^m$ Querschnitt bei 2·1^m Höhe wurden, während des Abrichtens der Häuer in der Maschinenbohrung, in 8 Arbeitstagen (à 21 Stunden Arbeitszeit) 8 Currentmeter Stollen ausgeschlagen. Mit nur einer Maschine Nr. I wurden 220 Minen in einer Gesammttiefe von 107·5^m gebohrt. Die geleistete Bohrarbeit per Currentmeter Stollenvortrieb besteht demnach aus 27—28 Minen mit circa 13·5^m Bohrung. Die Gesammtleistung beträgt inclusive aller Nebenarbeiten per Tag 1^m Vortrieb.

Die Actien-Gesellschaft für Bergbau, Blei- und Zink-Fabrikation zu Stolberg und in Westphalen ward durch

Herrn Bergdirector Carl Bernhard in Märzdorf (Preussisch-Schlesien) auf die Vorzüge unserer Bohrmaschine aufmerksam gemacht und ersuchte uns vor nunmehr zwei Jahren um Zusendung einer Bohrmaschine Nr. II zur Erprobung.

Nach vierwöchentlicher Arbeit mit dieser Maschine bestellte die Direction weitere drei dergleichen, und heute arbeiten dort beständig 24 Bohrmaschinen unseres Systems. Unter dem 23. August 1879 erhielten wir durch die Direction zu Ramsbeck einen Betriebsbericht, welcher einen Zeitraum von sieben Monaten umfasst und die maschinelle Bohrung im Gesenke und in der Strecke mit der Handarbeit in Vergleich zieht, gleichzeitig auch eine Uebersicht der Kosten liefert.

In 5 zu 5^m weitem Gesenke arbeiteten zwei Bohrmaschinen (4 Mineure) und wurden im Durchschnitte in 25 Arbeitstagen $10{\cdot}07^m$, durch Handarbeit bei gleicher Anzahl Mineure und Arbeitstage aber nur $3{\cdot}20^m$ Teufe erreicht; die Leistungen verhalten sich demnach wie 1 : 3·147.

In einer $2{\cdot}8^m$ breiten, $2{\cdot}2^m$ hohen Strecke leistet eine Bohrmaschine mit zwei Mineuren in 25 Arbeitstagen $7{\cdot}94^m$, mit Handbetrieb die gleiche Zahl der Mineure in derselben Zeit $2{\cdot}80^m$ Vortrieb, die Leistungen verhalten sich demnach wie 1 : 2·835.

Die Gesammt-Maschinenanlage für maschinelles Bohren kostet zu Ramsbeck pro arbeitende Bohrmaschine 9000 Mark, welche in 6 Jahren amortisirt und mit 6% verzinst werden.

Der Handbetrieb erfordert im Gesenke ohne Wasserhaltungs- und Ventilationskosten pro Meter Teufe 308 Mark, der Maschinenbetrieb 231·74 Mark oder 25% weniger.

In der Strecke erfordert der Handbetrieb pro Meter Auffahrung 165 Mark, der Maschinenbetrieb 148 Mark, oder 10% weniger.

Die Unkosten beim maschinellen Bohren vertheilen sich sowohl im Gesenke wie in der Strecke im Durchschnitte wie folgt:

Arbeitslöhne incl. Munition und Gezähe . . .	64·8%
Maschinen-Reparaturen	6·4 „
Stahlverlust durch Bohrerschärfen	1·4 „
Heizkohlen für den Dampfkessel des Compressors	8·0 „
Maschinisten- und Heizerlöhne, Schmieröl etc. .	4·3 „
Amortisation der Maschinenanlage	10·9 „
Verzinsung des Anschaffungs-Capitales	4·2 „

Zu den vorerwähnten directen Geldersparnissen bemerkt die Direction:

„Rechnet man noch hinzu, dass die Arbeit im Gesenke Ventilation erfordert hätte, deren Kosten um so grösser sind, als die Handarbeit längere Zeit für eine gleiche Arbeitsleistung beansprucht, während der maschinelle Betrieb hin-

reichende Ventilation in sich trägt, beachtet man ferner, dass die Wasserhaltungskosten den Handbetrieb in dem Maasse mehr belasten müssen, als dieser hinter dem maschinellen Betriebe zurückbleibt, so stellt sich für den speciellen Fall des Gesenke-Betriebes das maschinelle Bohren noch weit günstiger, man erlangt im Gesenke gegenüber der Handarbeit bis zu 40% geringere Betriebskosten.

Beim Streckenbetriebe, wo die Wasserhaltung nicht nöthig ist, müssen dem maschinellen Bohren doch noch die Kosten für die ersparte Ventilation zu Gute geschrieben werden."

Rechnet man, dass zwei Bohrmaschinen im Gesenke pro Jahr 114^{m} Teufe leisten, die mit Handarbeit 35.112 Mark gekostet hätten, mit Maschinenbetrieb aber nach oberer Angabe 40% weniger, d. h. nur 21.067 Mark kosten, so zeigt der maschinelle Betrieb eine jährliche Ersparniss von 14.045 Mark, oder die auf zwei Bohrmaschinen entfallende Quote des Anlage-Capitales wird binnen 15$^{1}/_{2}$ Monaten durch die beim maschinellen Bohren erzielten Ersparnisse amortisirt.

Im Streckenbetriebe kostet 1^{m} Auffahrung durch Handarbeit 165 Mark, bei Verwendung einer Bohrmaschine werden direct 10%, durch die hiebei überflüssig werdende Ventilation 8%, zusammen 18% erspart, was bei einer jährlichen Auffahrung von 92^{m} eine Ersparniss von 2732 Mark ausmacht; die in der Strecke arbeitenden Bohrmaschinen amortisiren also ihr Anlage-Capital in circa 3$^{1}/_{3}$ Jahren.

Hält man das in Ramsbeck bestehende Verhältniss fest, dass die Maschinenanlage ein Capital von (9000 × 12) zusammen 108.000 Mark repräsentirt und 8 Maschinen in Gesenken, 4 aber in Strecken arbeiten, so gibt dies pro Jahr eine Ersparniss von 67.108 Mark oder von 62% des Anlage-Capitales.

Das in den Ramsbecker Werken zu durchfahrende Gebirge ist „sehr feste Grauwacke", gearbeitet wird Tag und Nacht in alle acht Stunden wechselnden Schichten und sind pro Bohrmaschine zwei Mineure beschäftigt, welche auch die Nacharbeiten, das Sprengen und das Verladen des Hauwerkes besorgen.

Durch die stete Belegung des Arbeitsortes wird nicht nur die Bohrmaschinen-Anlage besser ausgenützt, eine billigere Regie, sowie Amortisation und Verzinsung erzielt, sondern auch die Grubenluft bleibt eine bessere, der Gesundheit der Arbeiter weniger nachtheilige. In Ramsbeck arbeiten viele Maschinen in den Abbauen, u. zw. an Bohrsäulen, das Ergebniss ist auch hier ein überaus befriedigendes, stets wird gegenüber der Handarbeit durch das maschinelle Bohren eine dreifache Leistung und eine directe Geldersparniss erzielt.

Die Gesellschaft des Blei- und Silberwerkes „Friedrichssegen“ bei Oberlahnstein, welche mit 8 Bohrmaschinen arbeitet, übermacht uns gleichfalls einen ausführlichen Betriebsbericht, der zugleich auch eine Parallele mit den Bohrmaschinen Patent Dubois & François, verbessert von Anzin, gestattet.

Im genannten Werke wurde eine 2^m hohe, im Mittel $1{\cdot}5^m$ breite, $339{\cdot}2^m$ lange Strecke mittelst zweier Bohrmaschinen (Schram & Mahler Nr. II auf einem Bohrwagen) getrieben. Das durchfahrene Gebirge war Grauwacke, Schiefer und Gangmasse. Die binnen einem Jahre ausgeführte Arbeit erforderte $270^1/_2$ effective Arbeitstage und gingen durch Betriebsstörungen, Sonn- und Feiertage $94^1/_2$ Tage verloren.

Die $270^1/_2$ Arbeitstage zerfallen in $2576^1/_4$ Stunden Bohrarbeit, $3254^1/_2$ Stunden Sprengen und Nacharbeit und $661^1/_4$ Stunden für An- und Ausfahren, Bohrgestelle-Aufstellen und Bohrerwechsel.

Während der $2576^1/_4$ Stunden Bohrarbeit wurden 2767 Bohrminen mit einer Gesammttiefe von $7597{\cdot}22^m$ gebohrt, wobei 8150 Male Bohrer gewechselt wurden. Es entfallen sonach pro Stunde und Bohrmaschine $1{\cdot}48^m$ Bohrung von 34^{mm} Durchmesser. Die $339{\cdot}2^m$ Stollen kosteten zusammen 16.885·53 Mark, und zwar in folgenden Verhältnissen:

Arbeitslöhne	53·7 %
Spreng- und Zündmittel	30·4 „
Maschinen-Reparatur	3·3 „
Bohrerschärfen und Stahlverlust, sowie Oel	3·9 „
Compressoren-Betrieb und Diverses	8·7 „

Nach den im Werke gemachten langjährigen Erfahrungen hätte der Vortrieb dieser Stellenlänge durch Handarbeit 706 effective Arbeitstage und 19.948·35 Mark Geldauslage erfordert, die maschinelle Bohrung ersparte demnach

$435^1/_2$ Arbeitstage und baare 3062·82 Mark.

Bei Verwendung von zwei Bohrmaschinen, Patent Dubois & François, wären zu obiger Arbeit 304 effective Arbeitstage erforderlich gewesen und die Arbeit hätte 18.993·42 Mark gekostet; die Verwendung der Bohrmaschine Schram & Mahler ersparte demnach gegenüber Dubois & François

$33^1/_2$ Arbeitstage und baare 2107·89 Mark,

gewiss ein bemerkenswerthes Resultat.

Es ist jedenfalls nicht unangemessen, hier den Kostenvoranschlag aufzustellen für ein Werk, welches mit circa 10 Bohrmaschinen arbeiten soll. Hiebei soll von der Anlage neuer Gebäude abgesehen werden, da selbst ein grosser Compressor nicht viel Platz einnimmt und diese Auslage auch von zu vielen Nebenumständen abhängt.

1 Luft-Compressionsmaschine mit Dampfmaschine (610^{mm} Cylinder-Durchmesser, 950^{mm} Kolbenhub, pro Minute 3·7^{cbm} Luft liefernd).	8400 fl.
Hiezu 2 Dampfkessel, von zusammen 90^{e}, incl. Armatur	7275 „
10 Bohrmaschinen Nr. II	5000 „
3 Reserve-Bohrmaschinen Nr. II	1500 „
5 Bohrwagen für je 2 Bohrmaschinen armirt . .	3000 „
10 Haupt-Luftschläuche	560 „
400 Bohrer aus englischem Stahl in 5 Längen .	1600 „
1000^{m} Rohrleitung incl. Wechsel etc.	1000 „
1 grosses Luftreservoir	500 „
1 kleines Luftreservoir	250 „
Montage und Sonstiges	915 „
Summa .	30.000 fl.

oder in deutscher Währung 52.650 Mark, demnach pro arbeitende Bohrmaschine 5265 Mark oder rund 5300 Mark.

Nimmt man das in Oberlahnstein bestehende Verhältniss zur Grundlage, so werden durch die mit der Bohrmaschinen-Anlage erzielten Ersparnisse (für 10 arbeitende Bohrmaschinen 15.314·10 Mark pro Jahr) die Zinsen (6%) und die Amortisation (10%) vollkommen gedeckt und noch 6890·10 Mark Mehrgewinn erzielt; verwendet man aber die ganzen, gegenüber der Handarbeit erzielten Ersparnisse zur Amortisation der Anlagekosten, so ist dies — excl. der Gebäudekosten — nach drei Jahren geschehen.

Da nun die Bohrmaschinen eine Dauer von mindestens 5 Jahren, Bohrwagen und Luftleitung von 8 Jahren, die Compressionsanlage von 10 Jahren besitzt, so resultirt eine ganz erhebliche Steigerung des Werkserträgnisses aus der maschinellen Bohrung.

Ein Vergleich zwischen den von Ramsbeck und den von Oberlahnstein erhaltenen Berichten zeigt, trotz aller Verschiedenheiten im Detail, doch das gleiche Endresultat und widerlegt die von vielen Seiten aufgestellte Meinung, dass die maschinelle Bohrung zwar Zeit erspare, aber die Unkosten vergrössere.

Die beiden angeführten Werke, welche ganz verschieden vorgehen und unter verschiedenen Verhältnissen arbeiten, gelangen nahezu zu denselben Resultaten, pro Bohrmaschine 13·5 bis 15·4% directe Ersparniss im Streckenvortriebe, und circa 25% im Gesenke.

Die Ersparnisse, welche theils aus der Zeitersparniss resultiren, theils durch bessere Ventilation etc. erzielt werden, sind weitere Vortheile, welche der Bohrmaschinen-Betrieb mit sich bringt.

Es mögen hier noch jene Werke genannt werden, welche mit unseren Bohrmaschinen, Patent Schram & Mahler, arbeiten:

Die Sieg-Rheinische Actiengesellschaft; der Liebauer Kohlenverein in Liebau, Preussisch-Schlesien; k. k. Blei- und Silberwerk in Přibram; Kohlenbergbau der k. k. Ferdinands-Nordbahn in Poln.-Ostrau; Bergbau zu Ashford in Derbyshire; Jernkontoret in Schweden; Ludwig Nobel in St. Petersburg; Quecksilber-Gewerkschaft zu Neumarktl; Gold- und Kupferwerk zu Lavras in Brasilien; Blei- und Silberwerk „Friedrichssegen" bei Oberlahnstein; Emser Blei- und Silberwerke zu Ems; Actiengesellschaft zu Ramsbeck in Westphalen: Gerard & Comp. in Liége; Stark & Comp. in Tourquay; die königl. sächs. Direction der Steinkohlengruben im Plauen'schen Grunde (verwendet die Maschinen auf den Freiberger Gruben) und mehrere Bau-Unternehmungen.

Wir haben Probemaschinen Nr. III zum Baue des Arlbergtunnels geliefert und werden seinerzeit hierüber berichten.

Druckfehler-Berichtigungen:

Seite 34: Die Ladung für 1^{cm} dicke, 20^{cm} breite Eisenplatten ist nicht $1{\cdot}100^{k}$, sondern $0{\cdot}100^{k}$.

Seite 92: 6. Zeile von oben *F* statt *K*.

Seite 99: Absatz *d*, Zeile 3, soll stehen 16^{m} statt 6^{m}.

Inhalts-Verzeichniss.

Die mit * versehenen Capitel sind illustrirt.

	Seite
Vorwort	III—V
Die Sprengtechnik der Neuzeit	1
Die Explosivstoffe	2
Die sehr brisanten Sprengmittel	3
Die minder brisanten Sprengmittel	4
Die Dynamite	4
Brisanz der Dynamite	6
Verhalten des Dynamites bei niederer Temperatur und im Wasser	6
Dynamit im Vergleiche mit Schiesswolle	7
Dynamite fremder Fabriken	8
Die Verwendung der verschiedenen Dynamite	9
* Minenwirkungen	10
* Die einseitig begrenzte Mine	10
* Mehrseitig begrenzte Minen	12
* Minen mit gestreckten Ladungen	13
* Wirkung frei aufliegender Ladungen	13
* Minengruppen	14
Die im Handel befindlichen Dynamitsorten	15
* Packung, Transport und Aufbewahrung des Dynamites	16
Ueber den Verkehr mit Dynamit und Kapseln	17
Verwendung der Dynamite	19
* Das Laden eines Bohrloches	19
* Das Laden von Kammerminen	21
Freie und angelegte Ladungen	21
Sprengungen bei niederer Temperatur	21
Behandlung gefrorenen Dynamites	22
Certificat des k. k. technischen und administrativen Militär-Comités	23
Sprengungen und Minen-Anlagen	24
* Minen-Anlage im Gestein	24
* Minen-Anlage beim Stollenvortrieb und Schachtteufen	25
Minen-Anlage bei Holz- und Eisensprengungen	27
* Pilotensprengungen	27
* Sprengung von Baumstämmen unter Wasser	27
* Minen-Anlage für Holz- und Eisen-Constructionen	27
* Sprengungen von Eisen- und Stahlmassen	27
* Minen-Anlage zu Mauerwerks-Sprengungen	28
Ladungsbestimmungen	28
für Gesteinslösung und Mauerwerks-Sprengung	28
für Holz- und Eisensprengung	29
Patronenhüllen, Sprengbüchsen und Dichtungsmittel	30
Ladetabelle für Gesteinssprengungen	32
Ladetabelle für Holzconstructions-Sprengungen	33
Ladetabelle für Eisenconstructions-Sprengungen	34

Land- und forstwirthschaftliche Aufgaben der Sprengtechnik 38
* Entfernung von Felsbänken 39
* Vertiefungen für Baumpflanzungen 40
* Zertrümmerung undurchlässiger Schichten 41
* Tiefboden-Lockerung 41
* Rigolen durch Sprengungen 42
* Ladetabelle für Meliorations-Sprengungen 44
* Holzsprengung für forstliche Zwecke 45
Tabelle über durchgeführte Holzsprengungen 46
Ladetabelle für Stocksprengungen 47
Sprengungen aus der Praxis 49
Bericht über Sprengungen aus Tregist 51
* Mittheilungen aus dem Dux-Teplitzer Kohlenreviere 52
Schachtabteufen zu Hruschau 58
* Schachtteufung zur Wiedergewinnung der Teplitzer Urquelle 1879 . . . 59
* Pilotensprengung in Nussdorf 60
* Felsensprengung in der Donau nächst Nussdorf 61
* Submarine Holzsprengung 69
* Riesenminen zu Fiume 71
* Aussprengung eines Pfeiler-Fundamentes 73
* Sprengung eines eisernen Schiffes 74
Massensprengungen im Trifailer Kohlenwerke 75
* Mauerwerks-Sprengung im Prater 79
* Steinbruch-Arbeiten mit Dynamit und elektrischer Zündung 80
* Eisensprengungen in Ternitz 82
* Sprengung einer Hochofensau 82
Sprengung von Eisenconstructionstheilen 83
Die Minenzündung 85
Zünder 87
Zündhütchen (Sprengkapseln) 87
Sicherheits-Zündschnüre 88
* Schnellbrennende Zündschnüre 88
Die elektrische Zündung 89
* Elektrischer Zünd-Apparat 90
Gebrauch des Zünd-Apparates 92
Die metallische Leitung 93
* Der elektrische Zünder 94
* Bandzünder, Stabzünder, Guttaperchadraht-Zünder 95
Anwendung der elektrischen Zündung 96
* Herrichtung eines Schusses für elektrische Zündung 96
* Verbindung der Schüsse unter sich und mit der Hauptleitung 96
* Leitungs-Anlagen 97
Zündung der Minen 98
* Röhrenzündung 99
Bohrwerkzeuge und Bohrmaschinen 101
* Fäustel- und Bohrschlägel 103
Holzbohrer, Kohlenbohrer 103
* Steinbohrer 104
Bohrwerkzeug für agricole Zwecke 105
Bohrmaschinen 106
* Hand-Bohrapparat Könyves Tóth 107
* Hand-Bohrmaschine Jordan 114
Bohrmaschinen-Systeme 115
Percussions-Bohrmaschinen 115
Rotirende Bohrmaschinen 117
* Diamant-Bohrmaschine 117
* Brand'sche Bohrmaschine 117
* Dreh-Bohrmaschine Jarolimek 118

Seite
* Percussions-Bohrmaschine Schram & Mahler 121
* Luftcompressoren 123
Tabelle über Dimensionen, Leistung und Preis diverser Luftcompressoren 125
Bohrgestelle zur Bohrmaschine Schram & Mahler 126
* Das Dreifuss-Stativ, die Laffete 126
* Das Streckengestell, das Schachtbohr-Gestell und der Bohrwagen . . . 127
Das Arbeiten mit der Bohrmaschine Schram & Mahler 128
Betriebsresultate über das Arbeiten mit der Bohrmaschine Schram & Mahler 130

Verzeichniss der auf den Tafeln enthaltenen Figuren.

Tafel I. Fig. 1—29 zu Text von Seite 1—20.

Text-Seite
Fig. 1 Dynamit-Wärmeapparat 6
„ 2 Wirkungssphäre einer Dynamit-Mine 10
„ 3 a, b Einseitig durch eine horizontale Fläche begrenzte Mine . . 11
„ 4 [1] Darstellung einer im Erdboden gesprengten Mine 11
„ 5 Mine durch eine schiefe Ebene begrenzt 12
„ 6 Mine durch eine senkrechte Wand begrenzt 12
„ 7, 8 Mine von zwei parallelen Flächen begrenzt 12
„ 9, 10 Mine von zwei und drei sich schneidenden Flächen begrenzt 13
„ 11 Trichter einer Mine mit gestreckter Ladung 13
„ 12 Trichter einer Einbruchsmine mit gestreckter Ladung 13
„ 13 [1] Wirkung einer zu schwachen frei aufgelegten Ladung auf Holz . 14
„ 14 Gesprengter Holzbalken 14
„ 15 a, b, c Gesprengte Eisenplatte 14
„ 16 Wirkung einer gleichzeitig gezündeten Minen-Gruppe 14
„ 17 Eiserner Press-Cylinder zum Sprengen hergerichtet 14
„ 18 Eiserne Pfanne zum Sprengen hergerichtet 14
„ 19 Felsblock mit Bohrloch 15
„ 20 a, b Permanentes Dynamit-Magazin 17
„ 21 a, b Provisorisches Dynamit-Magazin 17
„ 22 Sprengkapsel (Zündhütchen) 19
„ 23 Universal-Zange 19
„ 24 An die Zündschnur angekniffenes Sprengkapsel 19
„ 25 Mit Zündschnur und Sprengkapsel adjustirte Zündpatrone . . . 19
„ 26 Mit elektrischem Zünder adjustirte Zündpatrone 20
„ 27 Trockenes Bohrloch, geladen und verdämmt 20
„ 28 Feuchtes Bohrloch, geladen und verdämmt 20
„ 29 Nasses Bohrloch, geladen und mit Wasser verdämmt 20

Tafel II. Fig. 30—50 zu Text von Seite 21—27.

Fig. 30 Kammermine, geladen mit Dynamit in Kisten 21
„ 31 Im Felsen, parallel zur Wandfläche angelegte Bohrmine 25
„ 32 Minen-Anlage in Stollen kleinsten Querschnittes 25
„ 33 Desgleichen in Stollen mittleren Querschnittes 26
„ 34 Desgleichen in Stollen grossen Querschnittes 26
„ 35 Desgleichen in Schächten 26
„ 36 Angebohrte und geladene Pilote 27
„ 37 Pilote mit angelegter Ladung 27
„ 38 a, b, c [1] Piloten-Gruppen mit angebrachten Ladungen 27
„ 39 und 40 Baumstämme unter Wasser mit angelegten Ladungen . . 27
„ 41 a, b Joch einer Holzbrücke mit angelegten Ladungen 27
„ 42 Eisen-Lamelle mit aufgelegter Ladung 27
„ 43 T-Träger mit angebrachter Ladung 27

Text-Seite

Fig. 44 Kreuz-Gurte mit Ladung 27
„ 45 ⊔ Träger mit Ladung 27
„ 46 Eisenbahnschiene mit angelegter Ladung 27
„ 47 Eiserne Walze mit Bohrlöchern 27
„ 48 Eisenblock mit Bohrlöchern 27
„ 49 Kanonenrohr zum Sprengen vorgerichtet 27
„ 50 Press-Cylinder mit Ladung 27

Tafel III. Fig. 51—71 zu Text von Seite 28—45.

Fig. 51 [1] Minen-Anlage in der halben Mauerstärke und verdämmt 28
„ 52 [1] Desgleichen neben der Grundmauer versenkt 28
„ 53 [1] Desgleichen am Fuss der Mauer angelegt und verdämmt 28
„ 54 [1] Desgleichen um die Ladungsdicke versenkt und verspreizt . . 28
„ 55 [1] Desgleichen hinter einer Futtermauer versenkt 28
„ 56 [1] Die Sprengladung auf dem Gewölbe-Scheitel aufgelegt 28
„ 57 [1] Desgleichen bis auf das Gewölbe versenkt und verdämmt . . . 28
„ 58 [1] Die Ladungen am Fusse von Mauerwinkeln angelegt 28
„ 59 [1] Die Ladung im Pfeiler zwischen beiden Widerlagern 28
„ 60 [1] Desgleichen im Landpfeiler hinter dem Widerlager 28
„ 61 [1] Freie Ladungen in Kellerräumen 28
„ 62 Blechbüchse für Zündpatronen 30
„ 63 Blechbüchsen für submarine Sprengungen 30
„ 64, 65 Blechbüchsen mit Befestigungen für Röhrenzündung 31
„ 66 Felsensprengung zu Dobříš 40
„ 67 Rigolen durch Sprengungen 42
„ 68 Tiefboden-Lockerung für Baumpflanzungen 43
„ 69, 70, 71 Angebohrte zum Sprengen vorgerichtete Baumstöcke . . 45

Tafel IV. Fig. 72—85 zu Text auf Seite 52—60.

Fig. 72 [3] Abraum-Arbeiten in festen Letten, ältere Manier 52
„ 73 [3] Desgleichen durch Sprengungen 52
„ 74, 75 [3] Arbeiten im Tagbaue, Abbau des Kohlenflötzes 54
„ 76, 77 [3] Nachnehmen der Sohle 55
„ 78 a, b [3] Vortrieb der Strecken und Querschläge durch Sprengungen 55
„ 79 [3] Sprengarbeiten in brüchiger Kohle 56
„ 80 [3] Abbau der Kohlendecke durch Sprengung 57
„ 81, 82, 83, 84 Die Schachtteufung am Stadtbade zu Teplitz 1879 . . 59
„ 85 Piloten-Sprengungen nächst Nussdorf 60

Tafel V. Fig. 86—92 zu Text auf Seite 61—71.

Fig. 86, 87, 88, 89, 90 Felssprengung in der Donau nächst Nussdorf . . 61
„ 91, 92 Minen-Anlage zu Fiume (zweikammerige Riesenmine) 71

Tafel VI. Fig. 93—96 zu Text auf Seite 73—80.

Fig. 93 Aussprengung eines Pfeiler-Fundamentes in der Drau 73
„ 94 a, b, c [1] Sprengung eines eisernen Waarenbootes auf der Save . . 74
„ 95 a, b, c, d, e [1] Mauerwerk-Sprengung im Prater 79
„ 96 a, b, c, d Sprengarbeiten in einem Steinbruche 80

Tafel VII. Fig. 97—111 zu Text auf Seite 82—98.

Fig. 97 A, B, C, D [4] Eisen- und Stahlsprengungen zu Ternitz 82
„ 98 a, b [1] Sprengung einer Hochofensau 82
„ 99 a, b [1] Metallmuffen für schnellbrennende Zünder 88
„ 100 Elektrischer Zündapparat 90

Text-Seite

Fig. 101 Elektrischer Zünder (Durchschnitt) 94
„ 102 Adjustirter elektrischer Bandzünder 95
„ 103 Desgleichen Stabzünder 95
„ 104 Desgleichen Guttapercha-Drahtzünder 95
„ 105, 106, 107 Verbindungen von Leitungsdrähten 96
„ 108 Leitungsanlage in einem Einschnitte 97
„ 109 Desgleichen im Stollen 97
„ 110 Desgleichen im Schachte 97
„ 111 Gruppirte elektrische Zünder 98

Tafel VIII. Fig. 112—123 zu Text auf Seite 99—117.

Fig. 112, 113 [1] Röhrenzündung für Minen-Gruppen 99
„ 114, 115 Fäustel und Bohrschlägel 103
„ 116, 117, 118, 119 Steinbohrer mit verschiedenen Schneiden 105
„ 120 A, B, C, D, E [1] Gesteins-Handbohrapparat von Könyvés Tóth . 107
„ 121 [4] Hand-Bohrmaschine Jordan 114
„ 122 [2] Diamant-Bohrmaschine 117
„ 123 [4] Drehbohrmaschine, System Brand 117

Tafel IX. Fig. 124—127 zu Text auf Seite 118—123.

Fig. 124 Drehbohrmaschine für Bergwerke, Patent Jarolimek 118
„ 125 Percussions-Bohrmaschine, Patent Schram & Mahler 121
„ 126 Luftcompressions-Maschine für Riemenantrieb 123
„ 127 Desgleichen mit Dampfmaschine 123

Tafel X. Fig. 128—134 zu Text auf Seite 123—127.

Fig. 128 [2] Luftcompressions-Maschine, Sturgeon 123
„ 129 Dreifuss-Bohrgestelle 126
„ 130 Lafetten-Bohrgestelle 126
„ 131 Bohrsäule 127
„ 132 Schacht-Bohrgestelle für zwei Bohrmaschinen 127
„ 133 Gewöhnlicher Bohrwagen für eine Bohrmaschine 127
„ 134 Neuartiger Bohrwagen für zwei bis vier Bohrmaschinen 127

Die Zeichnungen sind theilweise unverändert, theils nur annähernd folgenden Werken und Zeitschriften entnommen, und zwar unverändert:

[1] Mittheilungen des k. k. technischen und administrativen Militär-Comités und technischer Unterricht.

[2] A. Riedler's Bericht über Bohrmaschinen und Luftcompressoren.

[3] Zeitschrift des berg- und hüttenmännischen Vereines für Steiermark und Kärnten.

[4] Oesterreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

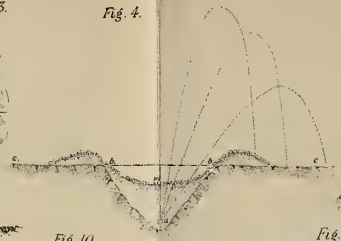


Fig. 5.

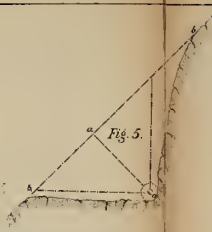


Fig. 6.

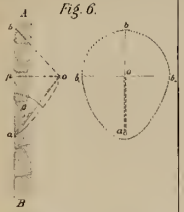


Fig. 7.

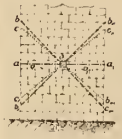


Fig. 11.

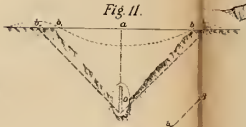


Fig. 10.

Fig. 13.

Fig. 14.

Fig. 8.

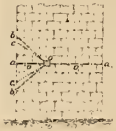


Fig. 9.

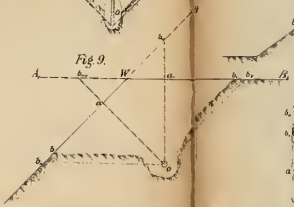


Fig. 12.

Fig. 15.

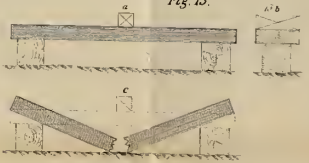


Fig. 16.

Fig. 17.

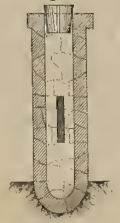


Fig. 20 a

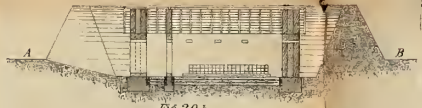


Fig. 18.

Fig. 19.

Fig. 29.

Fig. 20 b

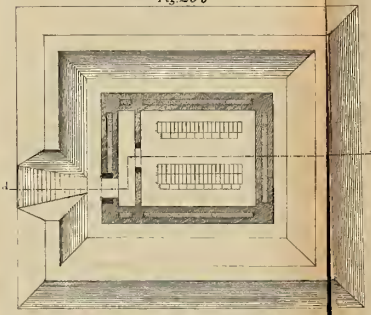


Fig. 21 a.

Fig. 22.

Fig. 23.

Fig. 27.

Fig. 28.

21 b.

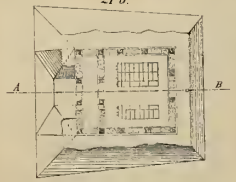


Fig. 24.

Fig. 25.

Fig. 26.

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

33.

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

Fig. 30–50.

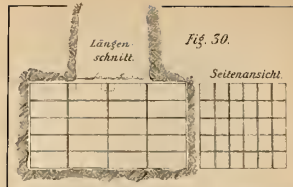


Fig. 30.

Fig. 31.

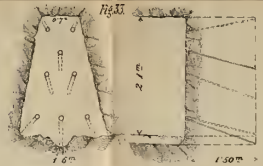


Fig. 33.

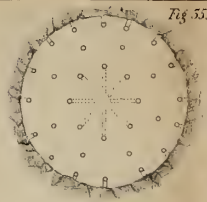


Fig. 35.

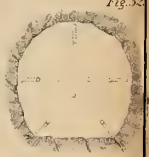


Fig. 32.

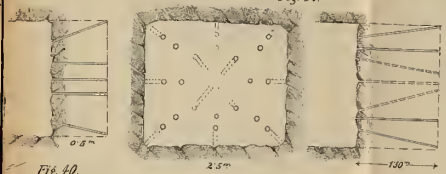


Fig. 34.

Fig. 38 a.

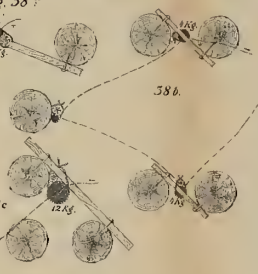


Fig. 36.

Fig. 39.

Fig. 40.

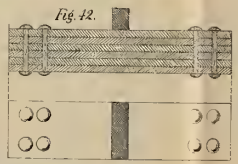


Fig. 42.

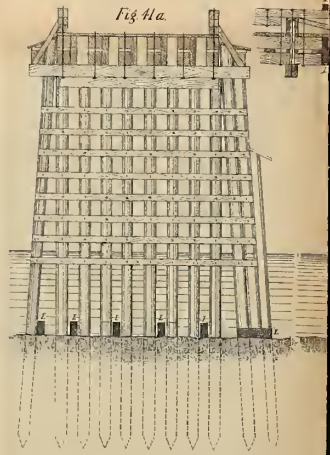


Fig. 41 a.

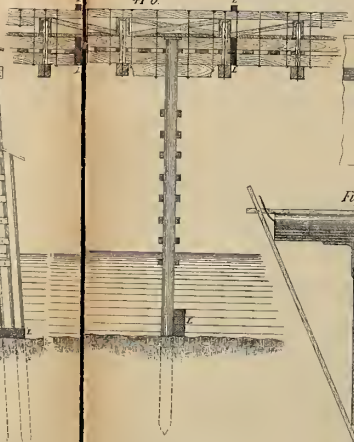


Fig. 41 b.

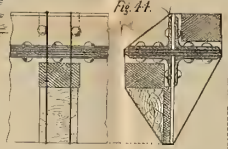


Fig. 44.

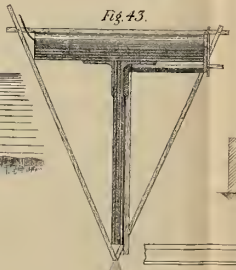


Fig. 43.

Fig. 50.

Fig. 37.

Fig. 48.

Fig. 47.

Fig. 49.

Fig. 45.

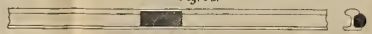


Fig. 46.

Reinfeld & Hübebauer Wien

LIBRARY
OF THE
ILLINOIS

LIBRARY
OF THE
ILLINOIS

Fig. 51

Fig. 52

Fig. 53

Fig. 54

Fig. 55

Fig. 56

Fig. 57

Fig. 58

Fig. 59

Fig. 62

Fig. 63 a

63 b

63 c

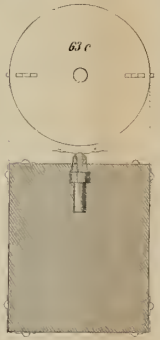


Fig. 64

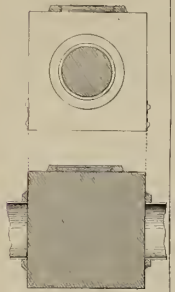


Fig. 60

Fig. 61

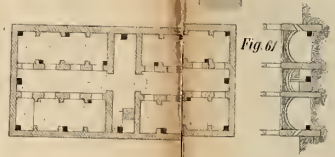


Fig. 65

67 b

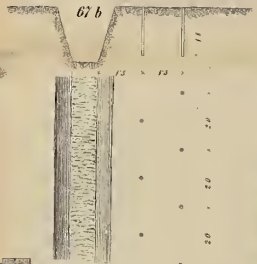


Fig. 68

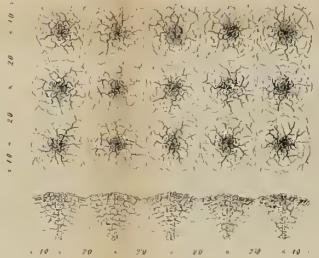


Fig. 66

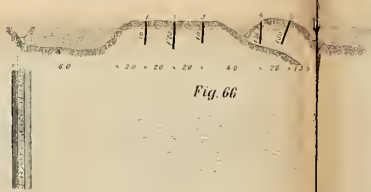


Fig. 70

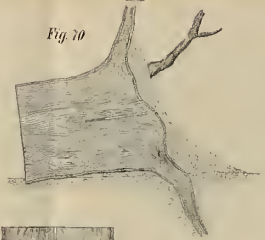


Fig. 67 a

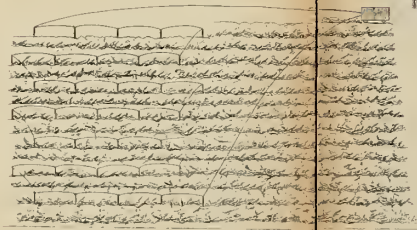


Fig. 69

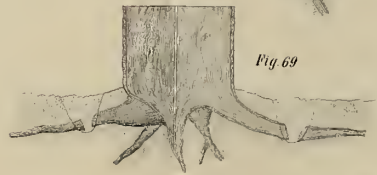
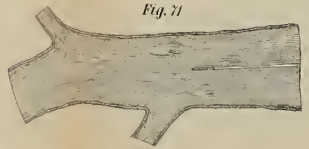


Fig. 71



LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

Fig. 72

Fig. 73

Fig. 74

Fig. 75

Abraum

Fig. 81 Situation

Badgasse

Fig. 82
Theil des Stadtbades
mit der Urquelle

Kühl Bassin

Badgasse

Fig. 76

Fig. 77

Fig. 78 a

78 b

Fig. 79

Fig. 83
Grundriss.

N

Fig. 85 a

Teplitzer
Urquelle Ableitung

Längenprofil AH Fig. 84. Querprofil

Fig. 80.

Decke

Hangendes

85 b

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

Fig. 86 a

Fig. 87 a

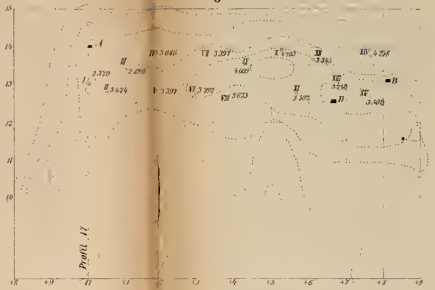


Fig. 87 b

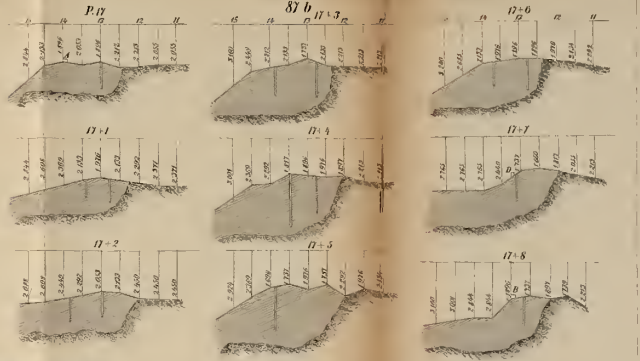


Fig. 90 Profil 19

Fig. 89.

Fig. 86 b

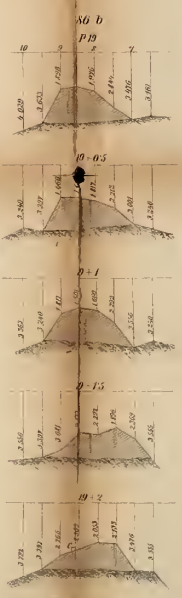


Fig. 92

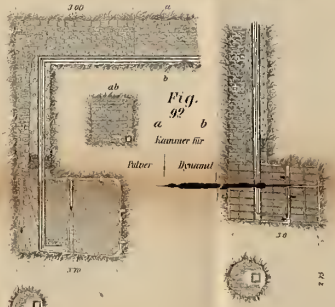


Fig. 88.

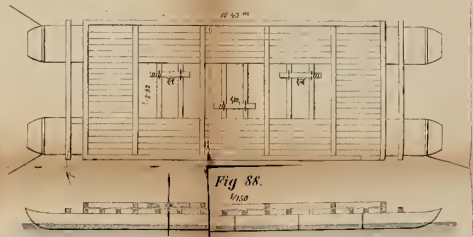
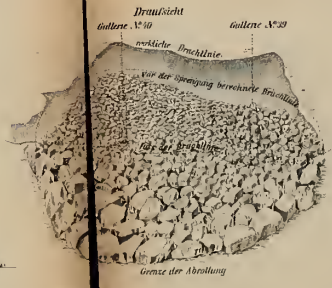
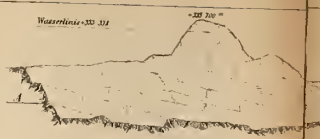


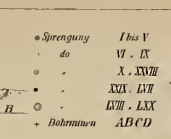
Fig. 91



LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS





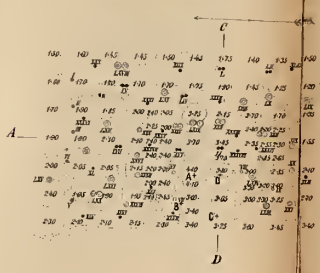


Fig 93

Maßstab zu Fig 93

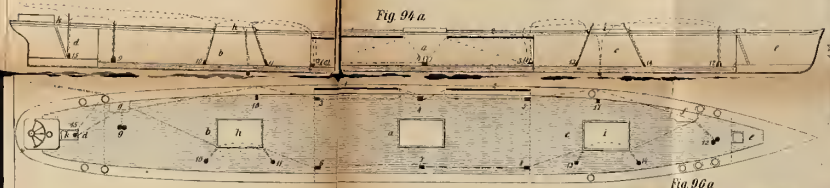
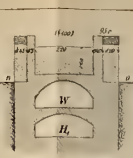
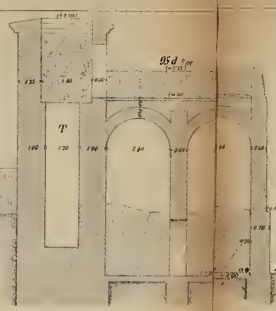
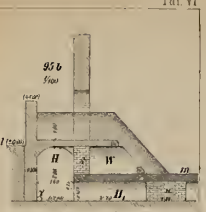


Fig 94 a







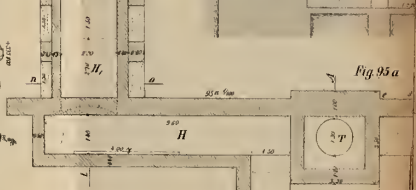
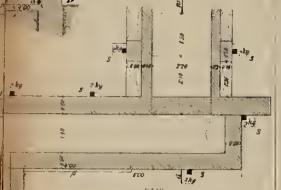
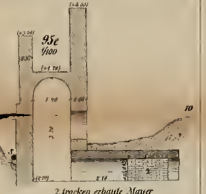


Fig 95 a





Nr der Ladung	Gewicht in Kg	Im Raume
1	8	Magazin a
2	8	
3	6	
4	4	
5	4	
6	4	
7	4	
8	4	
9	10	Magazin b
10	5	
11	5	Magazin c
12	10	
13	5	
14	5	
15	5	Capule d
16	5	/
17	4	

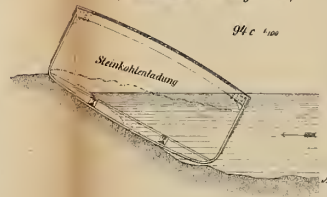
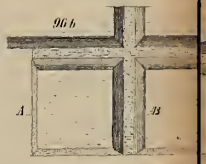


Fig 96 a

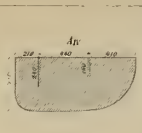


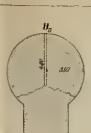
LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

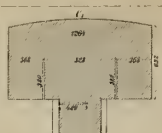
B_{II}

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

Fig. 97







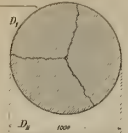
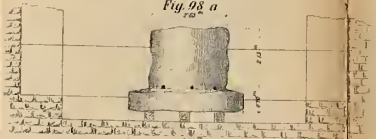
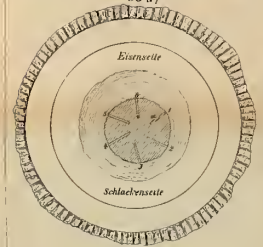


Fig. 98 a

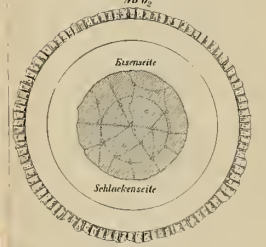


98 b

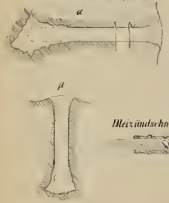
98 a1

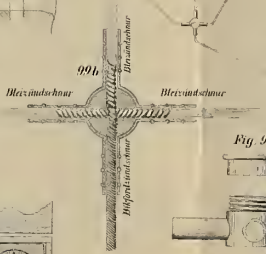


98 b2



zu Fig. 98
Erweiterung der Bohrlöcher durch die Dynamitexplosion





99c

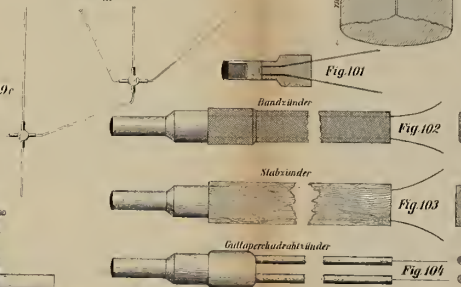
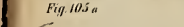


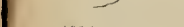
Fig. 99 a

Fig. 100

Fig. 105 a



105 b



105 c

Fig. 106

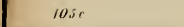
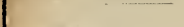


Fig. 107 a



107 b

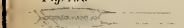
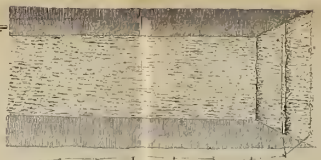


Fig. 108 a



108 b

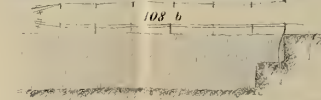


Fig. 109
Draufsicht

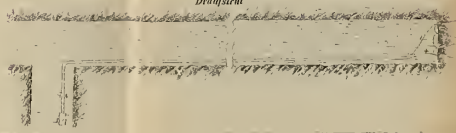


Fig. 111.

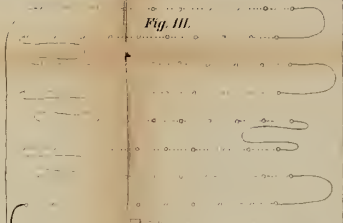
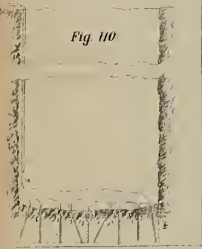


Fig. 110



LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

112.

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

Fig. 112.

Fig. 112.

Fig. 116. Fig. 117. Fig. 118. Fig. 119.

Fig. 115. Fig. 114.

Fig. 113.

Schnitt XI-XII

Schnitt V-VI. Schnitt IX-X

Schnitt VII-VIII

Schnitt XV-XVI

Schnitt XIII-XIV.

Schnitt III-IV. Schnitt I-II.

Fig. 120 A. Gesteins-Handbohr-Apparat (System Könyves Toth.)

eventueller Handgriff.

Fig. 120.

Fig. 121. Handbohr Apparat von Jordan.

Fig. 122. Diamant-Bohrmaschine

Fig. 123. Drehbohrmaschine System Brandt.

Schnitt A-B.

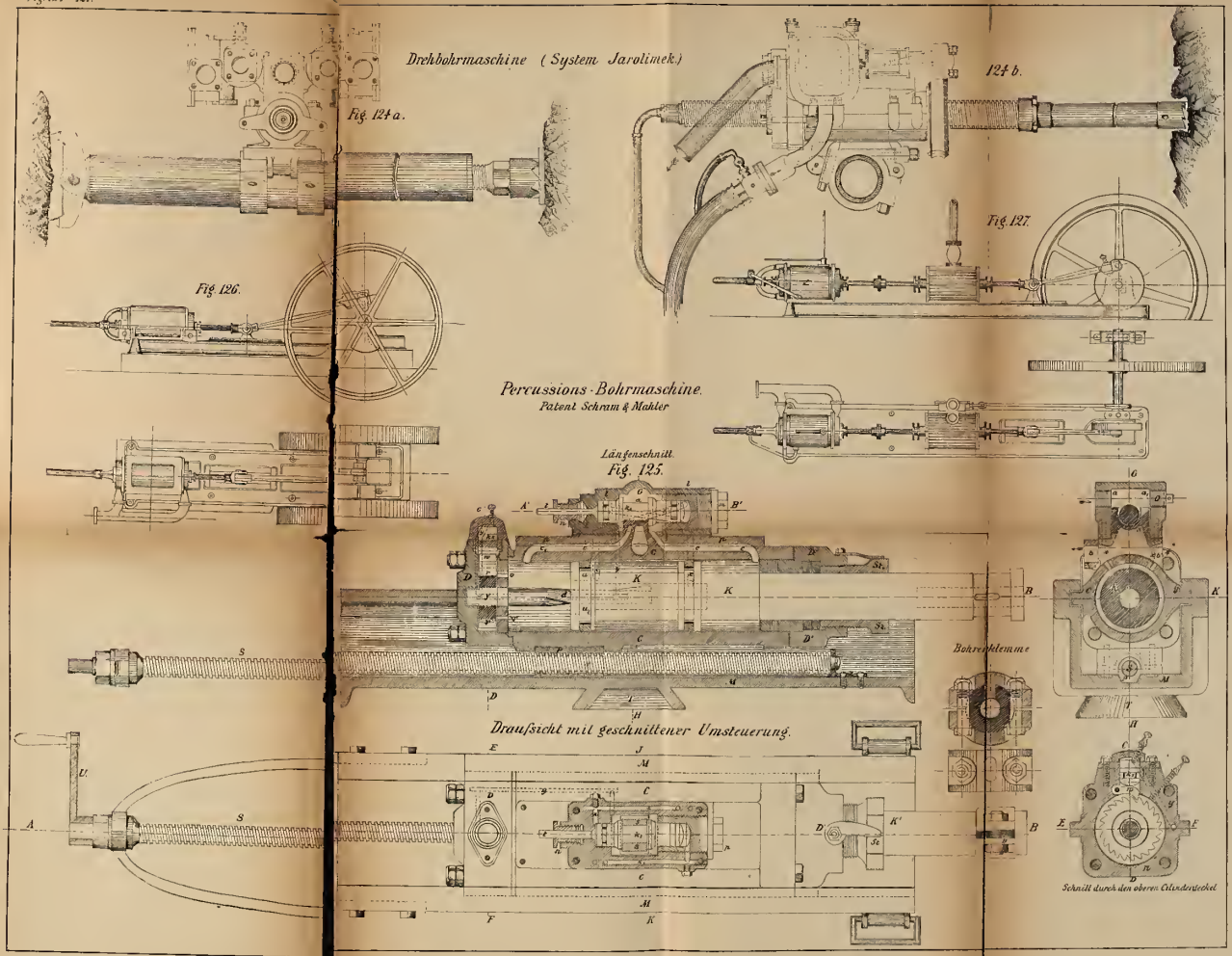
Vorderansicht des Bohrers.

Schnitt M-N

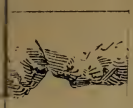
Reinfeld & Holzbusch Wien.

LIBRARY
OF
UNIVERSITY OF ILLINOIS

LIBRARY
UNIVERSITY OF ILLINOIS


Drehbohrmaschine (System Jarolimek.)
Fig. 124 a.
124 b.
Fig. 127.
Fig. 126.
Percussions-Bohrmaschine.
Patent Schram & Mahler
Längenschnitt.
Fig. 125.
Bohrerklemme
Draufsicht mit geschnittener Umsteuerung.
Schnitt durch den oberen Cilinderdeckel

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

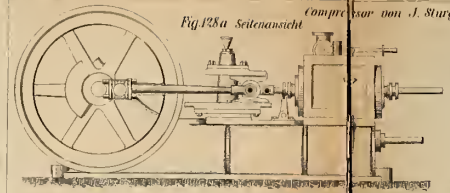


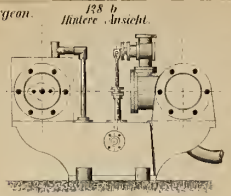
LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

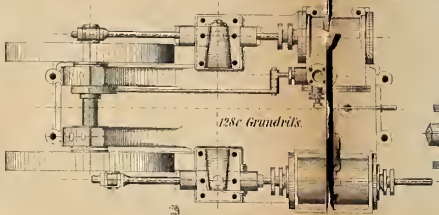
Fig. 128a Seitenansicht

Compressor von J. Sturgeon.

128 b Hintere Ansicht.







128c Grundriss.

128 d

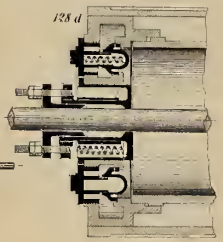


Fig. 130

Lafettengestell.

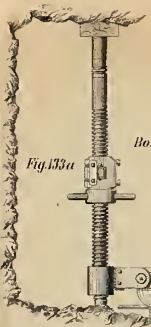


Fig. 133a

Bohrwagen mit einer Bohrsäule.

(alte Construction)

Seitenansicht.

133 b

Grundriss

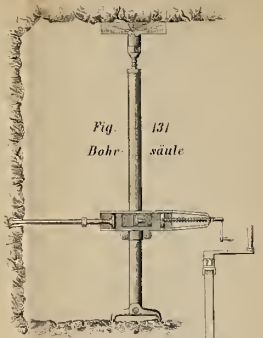


Fig. 131

Bohr- säule

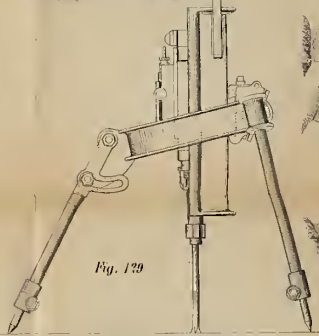
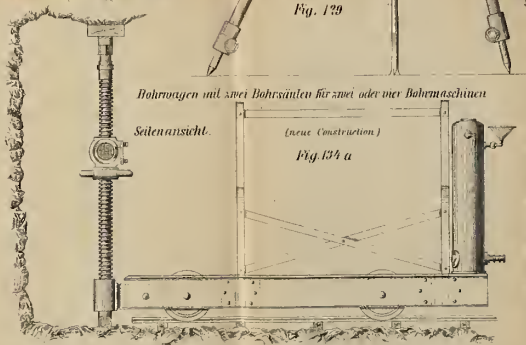


Fig. 129



Bohrwagen mit zwei Bohrsäulen für zwei oder vier Bohrmaschinen

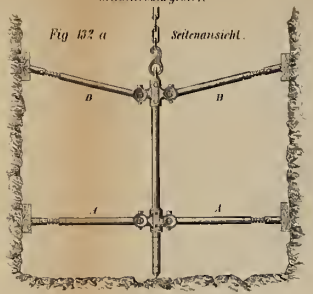
Seitenansicht.

(neue Construction)

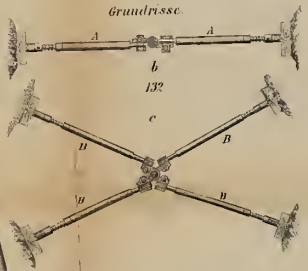
Fig. 134 a

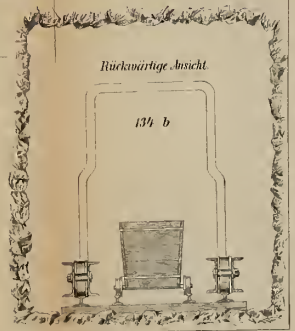
Schachtbohrgestell

Fig. 137 a Seitenansicht.



Grundrisse.





Rückwärtige Ansicht.

134 b

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 108147361